FRCC Discussion Paper
Prepared by the
Stock Assessment
Subcommittee

June 1996
FRCC.96.TD.1

From Moratorium To Sustainability: Criteria For Re-Opening And Sustainable Harvesting, With Reference To Cod Stocks In Areas 3PS, 4TVn And 3Pn4RS

Fisheries Resource Conservation Council

TABLE OF CONTENTS

1. Introduction 1

2. Background 1

3 Stock Status Indicators 2

3.1 The indicators 2
3.2 What makes a good indicator? 3
3.3 The precautionary approach 3

4. Available information 4

4.1 3Ps Cod 4
4.2 4TVn Cod 5
4.3 3Pn4RS Cod 5

5. Proposed re-opening criteria 6

5.1 Guidelines 6
5.2 3Ps Cod 7
5.3 4TVn Cod 8
5.4 3Pn4RS Cod 9

6. After Re-Opening 10

7. Conclusion 11

FIGURES F1

1. INTRODUCTION

Last year, the FRCC attempted to stimulate discussion about re–opening fisheries through a discussion paper entitled "Considerations on How to Reopen Closed Fisheries" (FRCC 95.TD.1). In August 1995, public meetings were held to discuss that paper and the process by which fisheries which are now closed might be re-opened.

In this paper, ideas which were presented at these meetings are reviewed, together with the general principles relevant in determining the status of closed fish stocks. The paper then focuses on cod stocks in areas 3Ps, 4TVn and 3Pn4RS. Information currently available on these stocks is presented and evaluated for its reliability and relevance to re-opening decisions.

Specific proposals for re-opening criteria are presented for all three stocks. These proposals include the selection of appropriate levels of certain stock status indicators, at which the stock may be considered exploitable; they also include the determination of exploitation levels which ensure continued rebuilding and sustainability.

2. BACKGROUND

In its previous document on re-opening, the FRCC outlined a process of consultation with scientists and industry based on the identification and selection of appropriate biological indicators of stock status, followed by the selection of rules for opening and conducting a sustainable fishery.

Consultations confirmed "that conservation should take precedence and that the precautionary principle should guide decisions".

The fundamental importance of conservation in achieving a sustainable fishery has been widely recognized. For example, the Senate Committee on Fisheries, in its December 1995 report on "The Atlantic Groundfish Fishery: its Future" recommends that "conservation of the marine environment and its resources have priority over all other considerations". The Newfoundland and Labrador Round Table on the Environment and the Economy, in its October1995 report on "Sustainable Coastal Communities and Marine Ecosystems in Newfoundland and Labrador", found after extensive consultations that "communities would want the precautionary principle applied at the highest order, and it should not be compromised by any short term interest."

Fishers and environmentalists have expressed similar beliefs. "Cod stocks must be given every opportunity to rebuild and grow" insisted the Southern Shore Inshore Fishermen's Action Committee in a Sep 28, 1995 letter to the FRCC. Similarly, the Environmental Coalition of PEI, wrote in a 7 Nov 1995 letter that "...long-term goals of conservation and rebuilding must be paramount.... The FRCC must continue to be governed by the precautionary principle, regardless of public pressure."

Public consultations have thus revealed universal support for a conservation-guided approach to managing the fishery, as well as support for the general approach suggested by the FRCC in setting re-opening criteria. Participants everywhere also pointed out the difficulty of focusing on conservation as long as allocation issues remain unsettled — an issue beyond the FRCC's mandate, but worth noting here. It was also recognized that the manner of re-opening is extremely important: effort has to be matched to the resource, so that rebuilding can continue.

The time has come to focus on specific cases and to present definite options for stock status criteria and re-opening rules. The three stocks considered here were singled out for special action in the FRCC's latest Groundfish Report (FRCC.95.R.2). FRCC recommendations on 3Ps, 3Pn4RS and 4TVn cod stocks stated that the moratorium on commercial fishing be continued but that a significantly expanded sentinel fishery be conducted to address the need for

additional stock status information and/or the need for a consensus on the state of the stocks. The FRCC also concluded that:

- 1996 should be the start of a transitional period during which time proper planning, an essential pre-requisite for re–opening the fishery, should be undertaken by all parties;
- a review of all available information should take place in October 1996, to determine whether the transitional period should continue or whether biological conditions are appropriate to consider a limited opening.

We are at a point when it is necessary to decide on stock status indicators which characterize the status of the above three stocks (not necessarily the same for all three) and which are sufficiently reliable to guide decisions for re-opening and management of a sustainable fishery. In addition, appropriate exploitation levels, matched to the resource and to the social aspects of the fishery must be determined.

3. STOCK STATUS INDICATORS

3.1 The Indicators:

As described in the previous FRCC report on this subject, stock status indicators are properties of a fish population or of individual fish which characterize the current status, growth potential and exploitability of a stock. Consultations confirmed a general agreement on a list of indicators relevant to the definition of stock status, briefly reviewed here.

Recognized as particularly important were:

The total biomass: the total weight of all the fish in the stock;

The spawning biomass: the weight of those fish which are old enough to spawn;

Recruitment: the number of fish reaching legally catchable size in any given year.

A stock consists of fish of many ages, starting with juveniles, too small to catch, then recruits, of minimum catchable size, but sometimes too young to spawn, and older spawners. It has been shown that bigger, older fish are more efficient spawners. A financial analogy would view the total biomass as the sum of all assets; the spawning biomass as those assets which are interest-yielding, and recruitment as the interest for a given year, coming mostly from those older, more mature assets.

Additional stock status indicators worth considering are:

Age structure: the proportion of the population in each year class, an indication of year-to-year consistency in recruitment and of the ability of the stock to renew itself. This is also relevant in assessing the use of gear most appropriate to the fishery.

Geographical distribution: the area occupied by the stock, especially in relation to its historic range. A reduced range may indicate a vulnerable population.

Properties of individual fish which may also be taken as indicators:

Weight at age: the weight of fish at a certain age can be taken as a measure of their rate of growth. an important factor in the rate of increase of the biomass; from knowledge of weight at age and the age structure of the stock one can calculate the biomass at each age and the total biomass.

Condition factor: the physiological state of individual fish, which may be important for their reproductive capacity.

In addition to the above indicators, which relate directly to the fish, environmental (or

ecosystem) indicators may be useful in assessing the prospects of stocks:

Physical Environment, or Habitat: the state of the habitat, where the fish live,may be of concern for the long term health of a stock.

Biological Environment commercially exploited species interact with each other and with other species. When ecosystem links are known between various species (e.g. seal,cod, capelin), they become relevant to the assessment of a stock's ability to recover and grow.

3.2 What makes a good indicator?

Many intervenors expressed the views that indicators used for decision-making should be simple, reliable and widely understood. General rules for the suitability of an indicator of stock status for management decisions are suggested as follows:

- **there must be a clear link between the indicator and the status of the stock**. Indicators which relate directly to the abundance of the stock (biomass, recruitment, age structure) are more direct than others, such as condition factor or habitat.
- **the indicator must be easy to calculate and understand.** It would also be desirable to be able to evaluate an indicator rapidly, so that there is as little time lag as possible between information and decision, and often, so that decisions may be taken soon enough to have the most impact.
- **the value of the indicator must be widely agreed upon and reliably known.** All participants in the fishery should be able to understand how the indicator value is arrived at and agree as to its value. Estimates of natural fish populations are always subject to error and the greater the uncertainty, the less useful the indicator.

Uncertainty has two consequences. It is often a cause of dissension among the various parties, each supporting the estimate most favourable to its interest. It also imposes severe constraints on decisions based on risk avoidance. The more sources of information are available for an indicator, the more confidence can be put on its value.

Such rules can of course only be used as guidelines, as they may sometimes be in conflict with each other: a reliable indicator is not to be rejected because it is complicated to estimate; nor is a well estimated 'poor' indicator always better than a poorly estimated 'good' indicator. Habitat or ecosystem factors, which may be difficult to use quantitatively, and as such may not qualify as 'good' indicators, may nevertheless provide important clues in a careful, precautionary approach.

3.3 The Precautionary Approach

Having selected stock status indicators which satisfy the requirements of clarity, simplicity and reliability, how is one to use them to arrive at a decision to re–open, or to fish at a certain level of exploitation?

The FRCC has referred often to the idea of "erring on the side of caution", both in its own efforts to provide conservation advice, and its recommendations about the regular operation of the fishery as a whole. The FRCC supports fishery conservation approaches that are "prudent" and holds that it shouldn't be necessary to "prove" the need for conservation measures. It should be enough that, on the balance of the evidence, it makes sense to take conservation action, always in the best way possible: that is the Precautionary Approach.

The implications of the Precautionary Approach in thinking about re–opening fisheries are that re–opening should only take place when we are fairly sure that (1) the fish stocks are in good enough shape, and (2) the re–opened fishery can operate in a

conservationist manner, keeping fishing mortality to a low enough level. It is crucial that BOTH of these conditions be satisfied. For example:

* In cases where the results of stock assessments are promising but unclear (perhaps because there is conflicting information from the various sources of information, or data from a new sentinel fishery that is very preliminary), it would be dangerous to re–open the fishery without waiting for confirmation. The future benefits we expect from a fishery closure may be lost if harvesting resumes too soon.
* If the fish stocks have at least somewhat recovered, but there have been few changes in HOW fishing is to take place (such as the amount of fishing effort allowed at sea), compared with before the collapse, it would again be dangerous to re–open the fishery. In this case, the achievement of rebuilding would be wasted; the fishery would likely head back toward another collapse.

The Precautionary Approach does not say: never harvest! Instead it says: weigh the evidence, and if on balance, it seems reasonable to re–open a fishery, from both a stock status and a manageability perspective, then do so, but cautiously ("err on the side of caution"), making sure that management measures are sufficient to avoid another collapse. On the other hand, if re–opening seems unwise, or if the evidence is unclear, then wait. The Precautionary Approach is meant to help us avoid letting the immediate desire for harvesting from outweighing the long-term picture.

4. STOCK INFORMATION

The latest available information on cod stocks in areas 3Ps, 4TVn and 3Pn4RS is summarized here. Some of this information has already been presented in DFO's 1995 Stock Status Reports and in the FRCC's Nov. 1995 Groundfish Report. Additional information from sentinel fisheries and from special briefings with stock assessment scientists is also included.

4.1 3Ps Cod

The 1995 FRCC groundfish report indicates some divergence of views concerning the status of the St. Pierre Bank cod stock. The history of the population, based on catch data, is shown in Figure 1 up to the year of closure, 1993. Scientific surveys provide information beyond the year of closure (Fig. 2). The 1995 scientific survey shows an increase in numbers of spawners (age 6 and above), but this increase is based on a single large set and is subject to serious doubt.

The same survey does not show any increase in number of recruits and the scientific assessment continues to indicate that the stock is at a very low level. While the condition factor has shown some recent improvement (Fig. 3), cod in 3Ps continue to mature younger, and a smaller size, a trend begun in 1988 (Fig. 4). This trend towards smaller spawners means that a greater number of fish are needed to make up the same amount of biomass. Smaller spawners also produce fewer eggs, which lower survival rates, a trend might also be partly responsible for the low recruitment observed. Scientific assessments show the stock at a low level and recruitment to be very weak.

The current age structure of the stock is mainly a result of the success of past recruitment (as seen in the lower graphs of Fig. 1 and 2). Very little is left of the older year classes (83-88) today; 1989 was the strongest year-class in recent years (it shows up as a peak in the age three graph in 1992). Survey results indicate continuing weak recruitment and hence no large year class forthcoming.

In February 1995 a sentinel fishery was conducted at 12 sites in a narrow coastal corridor around Placentia Bay and west of

the Burin Peninsula. Most sites used five-and-a-half inch monofilament gill nets, but at Arnold's Cove and the sites west of Burin, baited hooks were used. Catch rates were as good or better than before the moratorium and confirmed a broad and generally even distribution of fish within the area sampled. There appears to be only one strong year class (1989) within that area. Small cod were also seen around wharves and in shallow water in 1995, a phenomenon which had not been observed in the past 12–15 years. While catch rates were encouraging, each crew strongly advised that caution should be used in interpreting the results in relation to stock abundance: it is impossible to determine how catch rates would be affected if there were more boats on the fishing grounds. The sentinel fishery covered only near-inshore areas and thus sampled a different area than the scientific survey, a fact which makes comparison between these two sampling programs difficult.

Interpretation of scientific surveys as well as of sentinel fisheries may be confused by the movement of different sub-stocks within the 3Ps area. The fishery exploits a complex of sub-stocks which spawn within as well as outside the management unit and move through it in various ways. The origin of cod occupying Placentia Bay, for example, at various times of the year remains one of the most contentious and poorly understood stock structure issues for 3Ps cod. Considerations on opening the fishery should take this situation into account as well as what effect exploitation within 3Ps may have on adjacent areas.

4.2 4TVn Cod

In its 1995 consultations, the FRCC heard from many participants that there were signs that cod were present in many areas of the southern Gulf in numbers sufficient to hinder the conduct of other fisheries because of by–catch limitations. The FRCC identified 4TVn as an area where an expanded sentinel fishery should be conducted to improve our understanding of the status of cod stocks.

The history of the stock, as obtained from the analysis of catch data (Fig. 6) shows the decline in spawning biomass and recruitment which led to closure in 1993. Continuation of the calculations to 1995 (a less reliable exercise in the absence of commercial catch data) suggests some recovery. However, calculations of recruitment remain very low. Research vessel surveys (Fig. 7) show similar information. All recent identifiable year classes (1987–91) are below average, with the 1987 year class being the strongest in the 1983–93 range. About 60% of the population is in the older age range, which indicates that there is little recruitment. Total biomass in 1995 is estimated at 116,000 mt, up from 98,000 in 1993, but still far from the 1971–95 average of 232,000 mt.).

Geographical distribution is representative of the historical pattern at low population numbers. Sentinel and research vessel surveys are consistent with each other in areas which they both sampled; both sources of information indicate that the abundance of cod in the southern Gulf has not changed markedly since the closure of September 1993. (Fig. 8).

4.3 3Pn4RS cod

This cod stock is third of the group singled out in the FRCC 1995 groundfish report as showing some suggestions of partial recovery and where an expanded sentinel fishery was recommended.

The history of the stock, as computed from catch data, is shown in Fig. 9 until 1993, the last year in which calculations were made. The commercial fishery was closed in 1994 due to rapidly declining stock levels and absence of recruitment. Research surveys also show a decline (Fig. 10) and, as we

shall see below, a shift in stock distribution (Fig.11).

There is no sign of abundant year classes. Only the 1987 year class is above average in recent years. Most of the biomass currently consists of the 1990 and 1991 year classes which are not particularly large.

Results of sentinel fisheries confirm the relatively greater abundances observed in areas 3Pn and 4R compared to 4S (Fig. 11) and show mixed results, with indications of increased overall biomass accompanied by disappointing results in many areas (for example, the Strait of Belle Isle).

5. RE-OPENING CRITERIA

5.1 Guidelines

This section presents a set of criteria for re-opening and sustainable harvesting of the three cod stocks of immediate concern. The re-opening decision is based on the following three steps:

1. Choose stock status indicators.
   - These should be simple, relevant and reliable, using, where possible, several indicators to get a broad picture of stock status.
   - In our discussion, we will focus on **spawning stock biomass, recruitment, age structure** and sometimes **geographical distribution** of the fish.
2. For each indicator, a level must be chosen which is considered sufficient to support fishing activity.
   - In this discussion, we will use a **"half-way point"**, mid-way between the low level that existed when the fishery was closed and the average level over a recent period.
3. Looking at the package of indicators, one must decide, guided by the precautionary principle, what will be an acceptable "report card".
   - Must all the indicators reach suitable levels for re–opening, or only some of them?
   - For the sake of argument, we assume here that **all the most crucial indicators must reach acceptable levels**, while others are seen as being "desirable" but not necessary.

Should a decision to re–open be reached, there still remains to determine the level at which a sustainable fishery may be pursued.

- Clearly, a fishery on a stock which is still relatively depleted cannot re–open at catch levels that existed before closure. What levels of fishing mortality, of fishing effort and of catch are safe? Re-opening must be at a level which ensures continued recovery, with effort at sea well matched to the available resource.
- A precautionary approach must be taken in deciding on exploitation levels, to minimize the risk of harm to the resource.
- In this discussion, we have used as the initial level of fishing mortality a level of **one quarter of $F_{0.1}$**, and we have reduced this further where there is particularly great uncertainty about stock status.

For each stock, the information and decision process is summarized in the form of a Table. Readers are reminded that there may be considerable uncertainty associated with any of the numbers presented. Readers are also invited to comment on the choices of indicators, re–opening rules and levels of precautionary approach in conducting a sustainable fishery.

5.2 3Ps Cod

Main indicators:

1. Biomass:
   - No biomass calculated for 1995.
   - Minimum biomass from research surveys: above long-term average - but doubtful
   - Sentinel fisheries catch rates high in 1995, however very localized in space and time.

   Overall: positive signs, but low reliability.
2. Recruitment: still below the level at closure time; no new year class coming in
3. Age structure: no strong year classes since 1989.

Additional indicators:

4. Geographical distribution: few fish on the banks. Reduced distribution
5. Condition factor: below target level.

Analysis:

At the indicator levels selected, the $F_{0.1}$ catch level is 7,500 mt; a precautionary level of one quarter of this value would correspond to 1875 mt.

Considering the poor level of recruitment, the high level of uncertainty on the biomass estimates and the negative signs given by

Table 1: 3Ps Cod

Indicator		Long term average (1979-1993)	Status at closure (1993)	Present Status (1995)	Halfway recovery		Comments on stock status
					Biomass	Catch at F0.1	
Calculated indicators (ADAPT)	Total Biomass (mt)	131,000	77,000	Not available	104,000	-	No calculation after 1993.
	Spawning Biomass (mt) (age 6+)	60,000	33,000	Not available	46,000	7,500	
	Recruitment Biomass (mt) (age 3)	21,000	8,000	Not available	15,000	-	
Data from scientific surveys (mean #/tow)	Index of abundance Age 6+	7.17	4.18	29.38	-	-	Signs of biomass recovery (one single high tow)
	Index of abundance Age 3	1.12	0.41	0.19	0.76	-	Very low.
Geographical Distribution		Distribution still shrinking. Survey indicate concentrations on some located spots along the deeper parts of the shelf.					Poor
Level of recruitment		Recruitment well below average for the last 3 years. No good classes appearing after the relatively strong year class of 1989.					Poor
Sentinel Fisheries		Catch rates high in 1995 (higher than before closure) however very localized in space and time. It is uncertain if those catch rates would have been sustained over the whole season and area with a higher effort. Small cod seen near shore.					

the additional indicators, the fishery should be kept closed.

5.3 4TVn Cod

Main indicators

1. Calculated biomass still below the target level (has changed little from the closing level).

- Minimum biomass from research surveys still below target level (low level of uncertainty).

- Sentinel catches consistent with calculations and surveys. Overall, negative signs.

2. Recruitment: seems to be improving, however, no strong year classes coming in.

3. Age structure: no strong year classes in the stock.

Additional indicators:

4. Geographical distribution: sentinel fishery and surveys confirm that population has not recovered over entire range; catches concentrated along south shore of Gulf.

Table 2: 4TVn Cod

Indicator		Long term average (1971-1993)	Status at closure (1993)	Present Status (1995)	Halfway recovery		Comments on stock status
					Biomass	Catch at F0.1	
Calculated indicators (ADAPT)	Total Biomass (mt)	232,000	116,000		165,000	–	
	Spawning Biomass (mt) (age 5+)	154,000	71,000	99,000	112,000	18,500	Decline in biomass seems arrested
	Recruitment Biomass (mt) (age 3)	43,000	9,000	12,000	27,000	–	Low
Data from scientific surveys (mean #/tow)	Index of abundance (age 5+)	68.47	35.4	36.22	51.94	–	Decline seems arrested
	Index of abundance (age 3)	27.21	9.34	5.86	18.27	–	
	Recruitment index (age 2-3)	18.88	6.68	3.24	12.78	–	Low
Geographical Distribution		Fish mainly concentrated along the south shore and around the Madgalens islands; historical range not recovered.					Poor
Level of recruitment		Recruitment well below average for the three last years and declining declining since 1985. No strong classes appearing. Some signs of slight improvement for 1996.					Poor
Sentinel Fisheries		In 1995, despite some good tows, data do not show a good improvement; recruitment appear also low.					

5. Condition factor

Analysis:

At the indicator levels selected, the $F_{0.1}$ catch level is 18,500mt; a precautionary level of one quarter of this value would correspond to 4625 mt.

Considering the low level of biomass and the poor level of recruitment, the fishery should be kept closed.

5.4 3Pn4RS Cod

Main indicators:

1. No calculated biomass for 1994, 1995.

- Minimum biomass from research surveys at the lowest level since 1978 some localized improvements indicated by sentinel fishery Overall: negative signs.

2. Recruitment: two moderate new year classes (1990-1991),declining afterward.
3. Age structure: generally weak year classes.

Additional indicators:

4. Geographic distribution: improving; however, fish now concentrated on the west coast of Newfoundland.
5. Condition factor: good improvement in 1995, after 4 bad years.

Table 3: 3Pn4RS Cod

Indicator		Long term average (1974-1993)	Status at closure (1993)	Present Status (1995)	Halfway recovery		Comments on stock status
					Biomass	Catch at F0.1	
Calculated indicators (ADAPT)	Total Biomass (mt)	300,000	220,000	Not available	260,000	–	No calculation after 1993
	Spawning Biomass (mt) (age 7+)	95,000	16,000	Not available	56,000	9,200	
	Recruitment Biomass (mt) (age 3)	42,000		Not available	–	–	
Data from scientific surveys (mean #/tow)	Index of abundance Age 7+ (1000 ind.)	4,542 (1990-1992)	552	2,202	No calculation	–	Low decline seems arrested
	Index of abundance Age 3 (1000 ind.)	11,196 (1990-1992)	1,349	1,046	No calculation	–	Low
Geographical Distribution		Some recovery since 1993. However fish mainly located in areas 3Pn and 4R (coast of Newfoundland; no recovery in 4S).					Improving however some problems
Level of recruitment		From research survey, year-classes 1990 and 1991 seems above average; year-class 1992 well below.					Postive signs
Sentinel Fisheries		In 1995, higher catches in the mobile gear survey than in the summer scientific survey; geographical distribution in agreement as well as level of recruitment.Catch rates of the fixed gear generally low; fish mainly located in the southern part of 4R ant in 3Pn.					

Analysis:

At the indicator levels selected, the F0.1 catch level is 9,200mt; a precautionary level of one quarter of this value would correspond to 2,300mt.

Considering the low level of biomass and the poor level of recruitment, the fishery should be kept closed.

6. AFTER RE–OPENING

Once a fishery has been re–opened, sustainable management begins. A vigilant guard must be continued on the stock status indicators identified as being important. The same precautionary approach which guided the decision to re–open a closed fishery must be applied to its sustainable exploitation. A re–opening decision will then carry with it a program of continued monitoring and assessment which will ensure that decisions are up dated to ensure continued health and recovery of the stock. Uncertainty in stock status indicators may have an important effect on catch levels.

A greater level of uncertainty requires greater caution in setting catch levels. To err on the side of caution means that if one is not sure, one must be more prudent. Fig. 12 shows a hypothetical example of two situations with the same stock status estimate but different degrees of uncertainty. The steeper (solid) curve corresponds to the case with greater certainty. The percentages shown are of exceeding a selected fishing mortality level (F). Say that we wish to be as careful as before and wish to have only a 20% chance of exceeding a fishing mortality target. To achieve this in the presence of greater uncertainty (dashed curve), the catch must remain below about 700 tonnes; for the less uncertain case, the catch can go up to about 900 tonnes. Uncertainty is expensive!

As a more specific example, calculations have been made to take into account the uncertainty in biomass estimates for the 4TVn cod stock. Fig. 13 shows the probability that biomass estimates exceed certain limits as a function of 1996 catch levels (if the fishery was open). This kind of graph shows very clearly how a certain level of precaution affects catches. Say that the objective is to continue rebuilding so that, even if there was a 1996 fishery, the 1997 biomass should exceed its 1995 level. Let us assume that a 80% probability of this happening is desired. One would then start at the 80% level on the vertical axis and proceed towards the right until the black line labeled B97>B95 is reached; the catch level would be then be read on the horizontal axis. If one were satisfied with a riskier situation, say only 60% probability, then a larger catch would result.

The FRCC is considering asking Fisheries and Oceans scientists to prepare probability estimates of this nature to guide its precautionary approach in decision making. Rather than simply choosing a precautionary fishing level (a quarter of $F_{0.1}$, for example), a precautionary probability of not exceeding a certain fishing mortality or falling below a certain biomass level would be selected. This approach takes directly into consideration uncertainty in stock status indicators and once again demonstrates the advantages of having reliable data.

7. CONCLUSION

What is a sustainable fishery? Sustainability does not imply a lack of change or an insistence on non-economic harvest levels. What it does simply is a "conservation first" approach that husbands the resource so it continuously renews, while providing long-term social and economic benefits.

While that may appear simple in principle, there are considerable difficulties in the application. Not everyone may agree on how to achieve sustainability, and while discussions rages, the resource may be lost. Furthermore, the considerable natural variability in fish populations remains poorly understood and beyond management intervention. Sustainability is thus vulnerable to environmental as well as to socio-economic threats and accidents.

The challenge in re–opening closed fisheries is clearly to avoid repeating past mistakes. We must "err on the side of caution" in determining when to re–open, and also ensure that harvesting thereafter is truly sustainable. The Council welcomes comments on how best to meet the challenge, as well as on the approaches proposed in this paper.

FIGURES

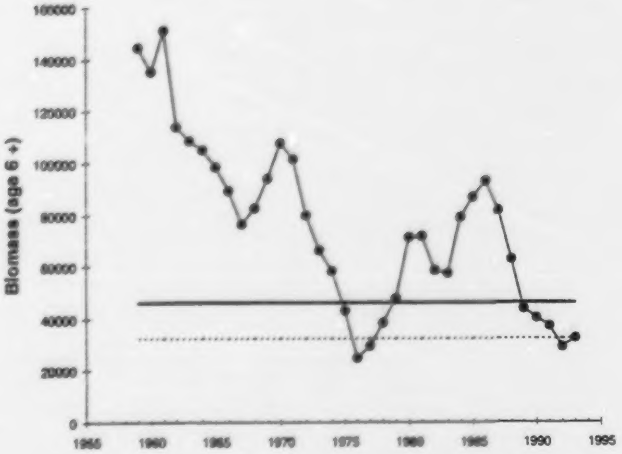
FIGURE 1:

The history of the abundance of spawners (age 6+) and recruits (age 3) to the 3Ps cod stock, as calculated from catch data using the ADAPT method. The dotted line indicates levels calculated when the fishery was closed (as given on the right); the solid line is a reference level half-way between the 1979-93 average and the closing level. Based on preliminary analyses provided for illustrative purposes only.

ADAPT - Calculated values of

TOTAL BIOMASS

1993	77,000 mt
Average 1979-93	131,000 mt
Half-way level	104,000 mt



SPAWNING STOCK (6+)

1993	33,000 mt
Average 1979-93	60,000 mt
Half-way level	46,000 mt

RECRUITMENT (AGE 3)

1993	8,000 mt
	28,000,000 fish
Average 1979-93	25,000 mt
	45,000,000 fish
Half-way level	15,000 mt
	36,000,000 fish

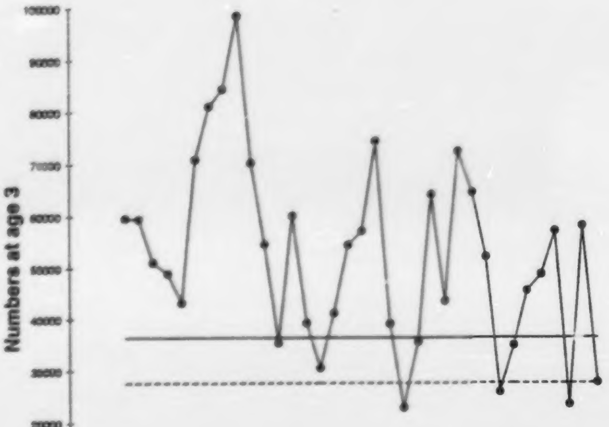


FIGURE 2:

The history of the abundance of the trawlable biomass of spawners (age 6+) and recruits (age 3) to the 3Ps cod stock, as estimated from research surveys. The dashed line indicates levels estimated when the fishery was closed; the solid line is a reference level half-way between the 1979-93 average and the closing level. Note that the very high increase in abundance in spawner biomass in 1995 is of debatable interpretation, being based on a single set through a spawning aggregation. These data do not show any increase in recruitment since closure.

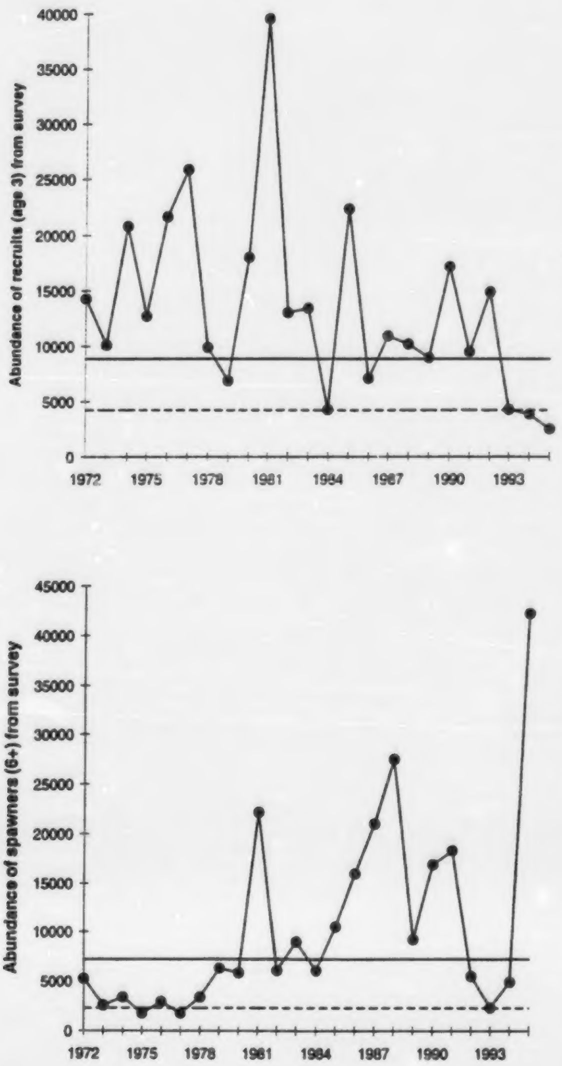


FIGURE 3:

Condition factor of southern Newfoundland cod over the years. The top graph shows a measure of "thickness" for gutted fish of a standard length (58 cm); the bottom graph shows the liver weight. The dashed line indicates levels estimated when the fishery was closed; the solid line is a reference level half-way between the 1978-93 average and the closing level. Following a decline since 1991, the condition factor improved in 1995. The liver weight continues to be low.

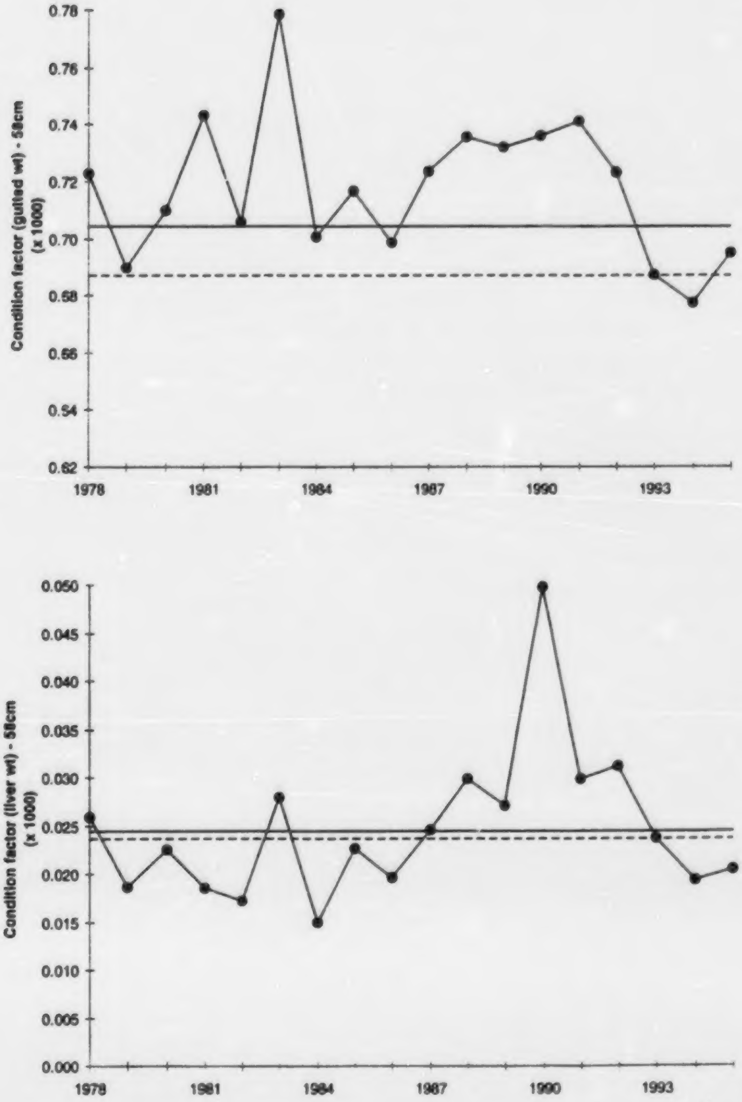
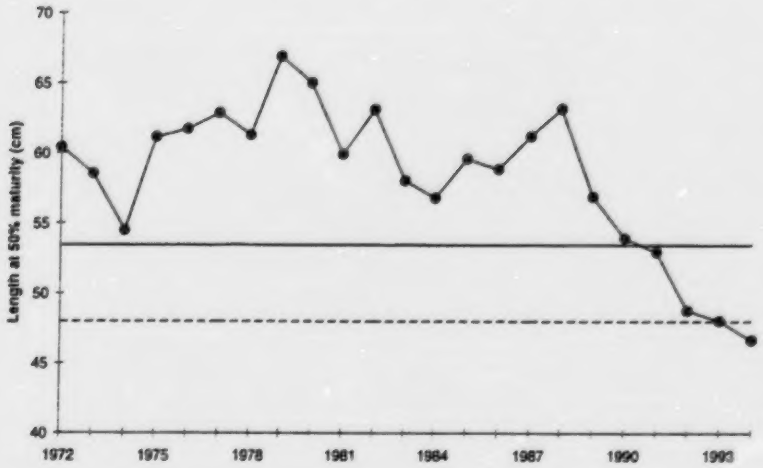


FIGURE 4:

Average length (above) and age (below) at maturity for 3Ps cod. As earlier, the dashed line is the 1993 level, the solid line is a level halfway between the dashed line and the long term average (1972-1993). Fish are maturing at a younger age and smaller size. This trend has continued since 1988.



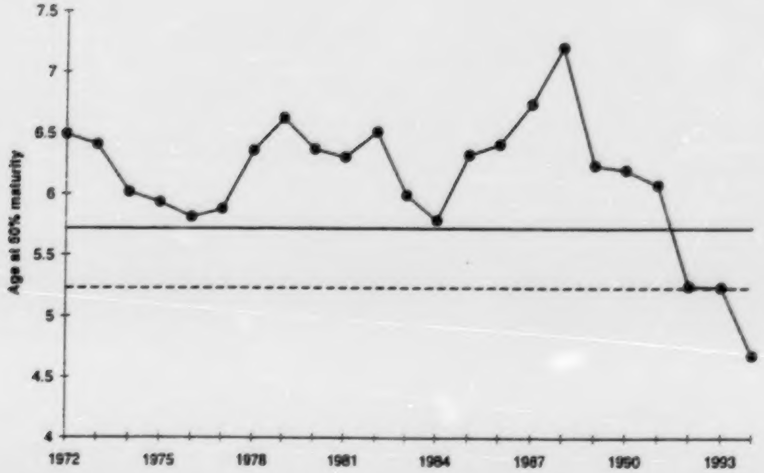


FIGURE 5:

Distribution of cod catches (kg/30 minute tow), as per scale in upper right, for 1985, 1993 and 1995. The -..-..- line shows the 100m depth contour. Note the absence of cod from shallow areas since 1993.

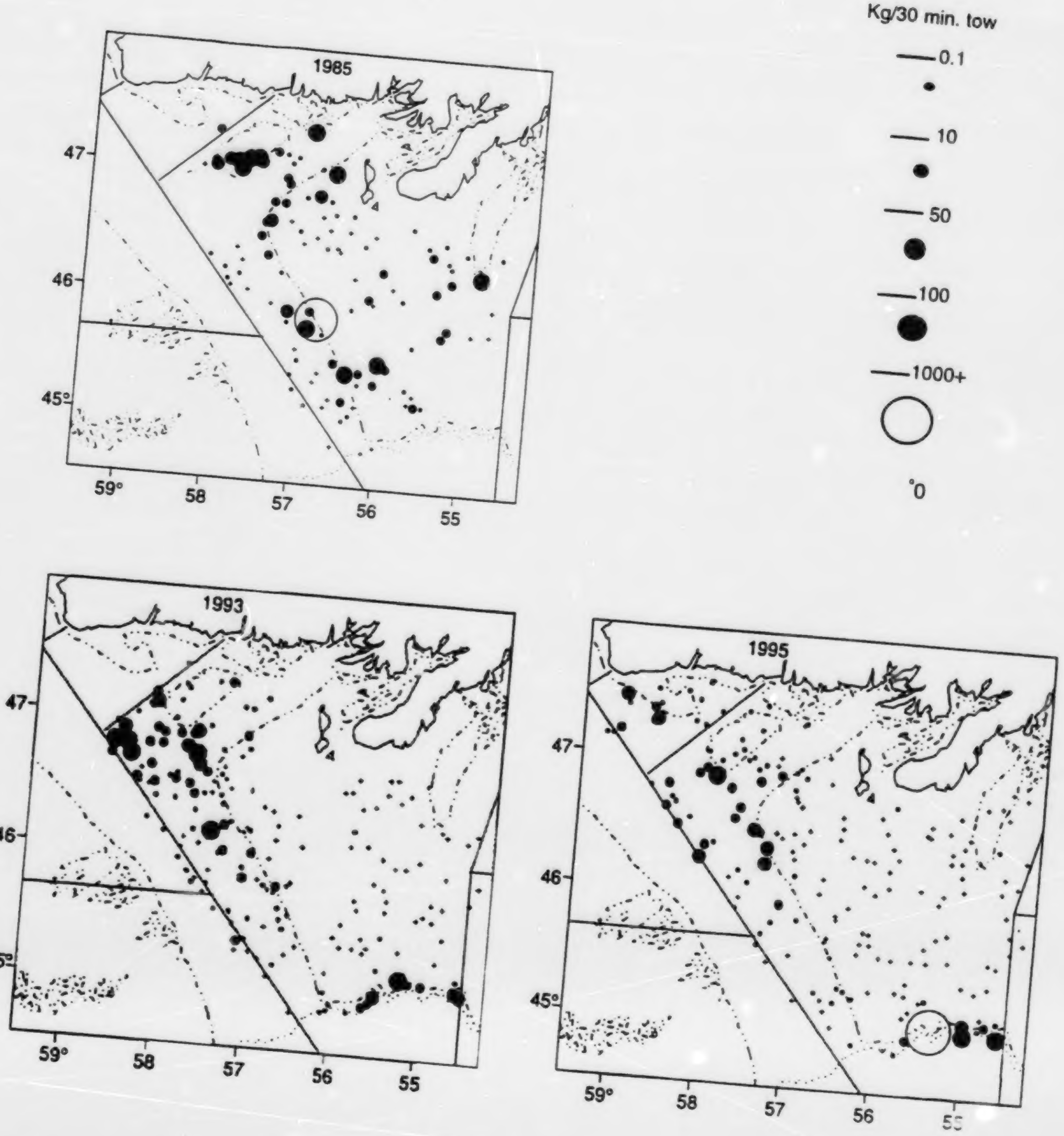
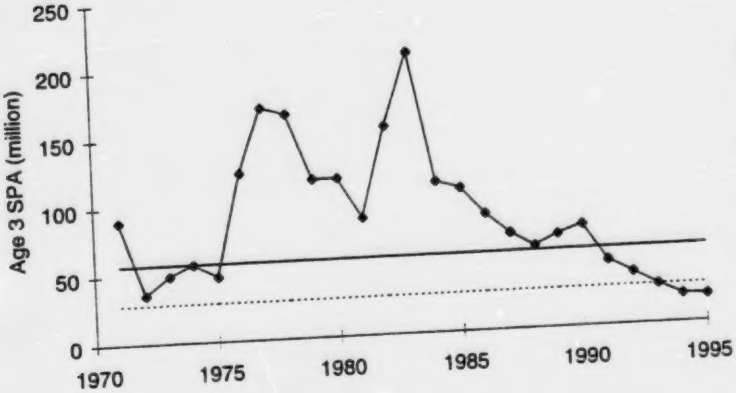


FIGURE 6:

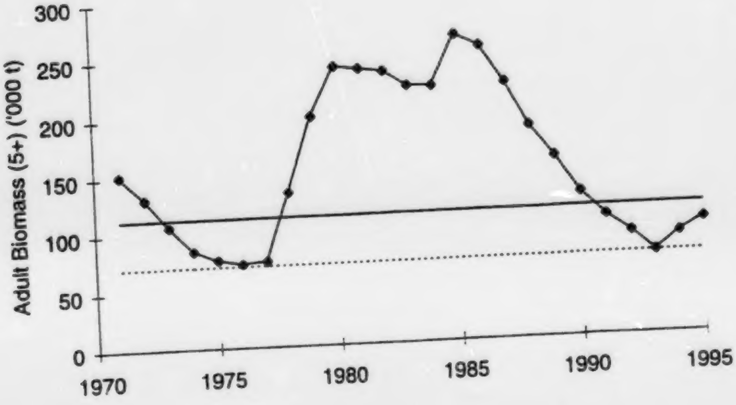
Time history of the abundance of spawners (graph of age 5+) and recruits (age 3) to the 4TVn cod stock, as calculated by a model which includes commercial catches up to the year of closing of the fishery (September 1993). The dotted line indicates levels calculated at the time of closure; the solid line is a reference level halfway between the 1971–93 average and the 1993 level.

Calculated values (SPA) of:

TOTAL BIOMASS	
1993	98,000 mt
1995	116,000 mt
Average 1971-95	242,000 mt
Half-way level	170,000 mt



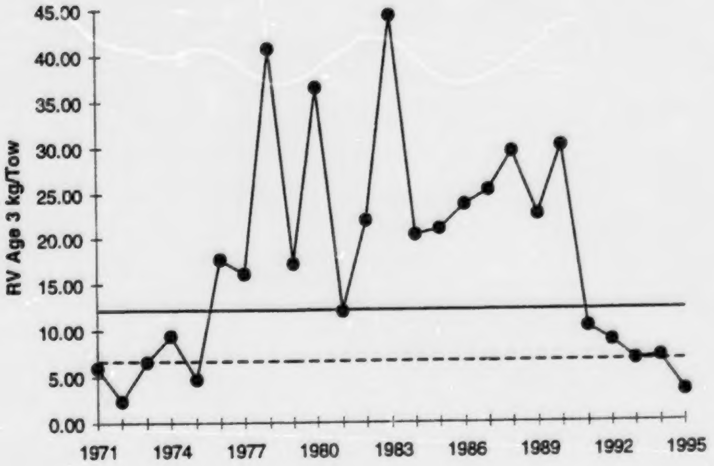
RECRUITMENT (AGE 3)	
1993	13,000 mt
	29,000,000 fish
1995	9,000 mt
	20,000,000 fish
Average 1971-93	41,000 mt
	92,000,000 fish
Half-way level	27,000 mt
	60,000,000 fish



SPAWNING STOCK (5+)	
1993	71,000 mt
1995	99,000 mt
Average 1971-93	159,000 mt
Half-way level	115,000 mt

FIGURE 7:

The history of the abundance of trawlable biomass of spawners (age 5+) and recruits (age 3) to the 4TVn cod stock, as estimated from research vessel surveys. The dotted line indicates levels calculated at the time of closure; the solid line is a reference level halfway between the 1971-95 average and the 1993 level.



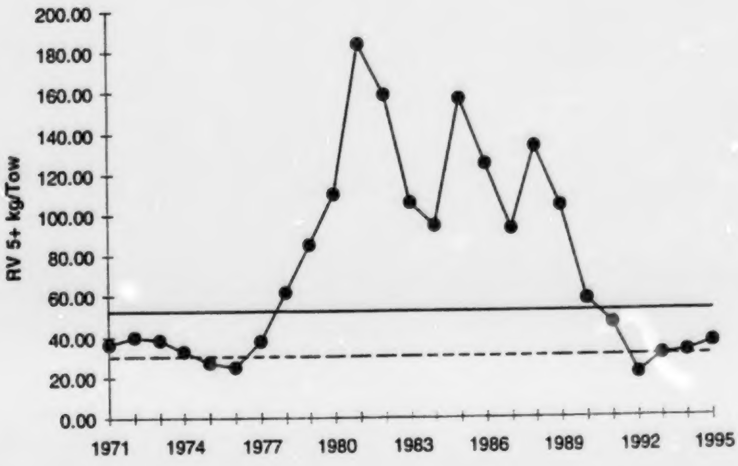


FIGURE 8a:

Cod catches (in kg) in area 4TVn in the September groundfish survey for 1990 and 1994.

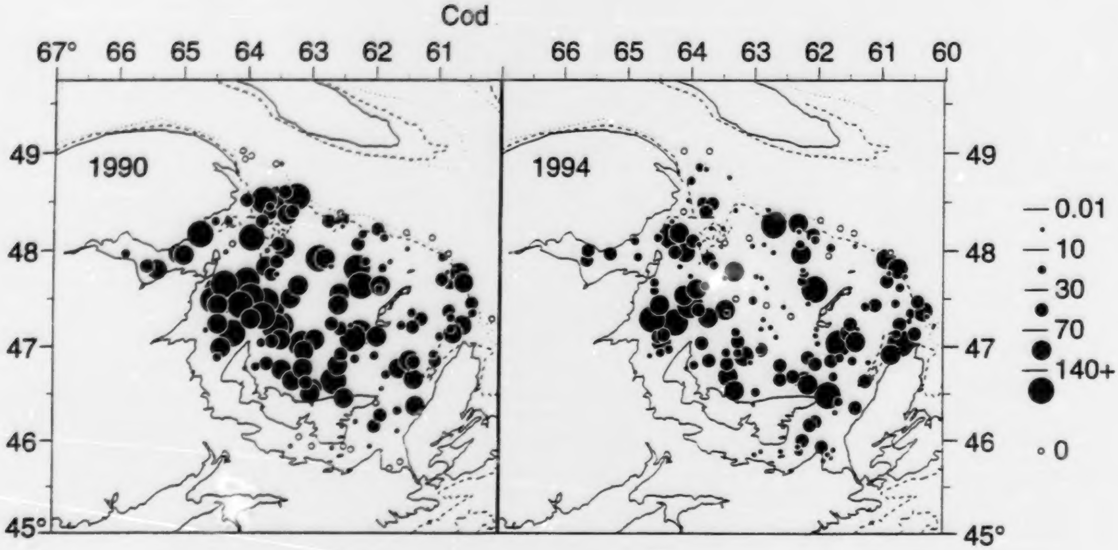


FIGURE 8b:

Cod catches (in kg) in the area 4TVn in the September 1995 groundfish survey.

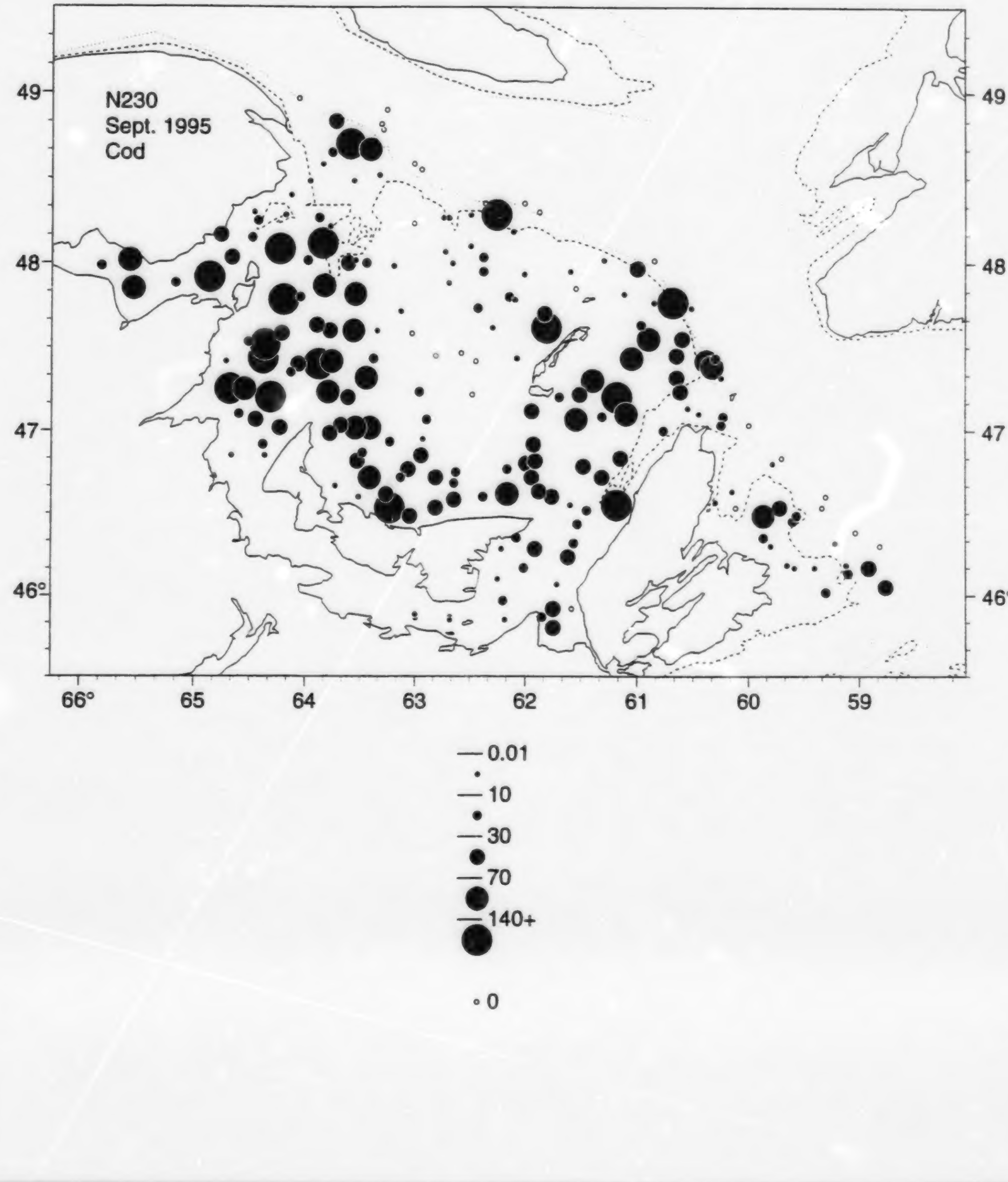


FIGURE 8c:

Cod catches (in kg) from a sentinel survey in September 1995.

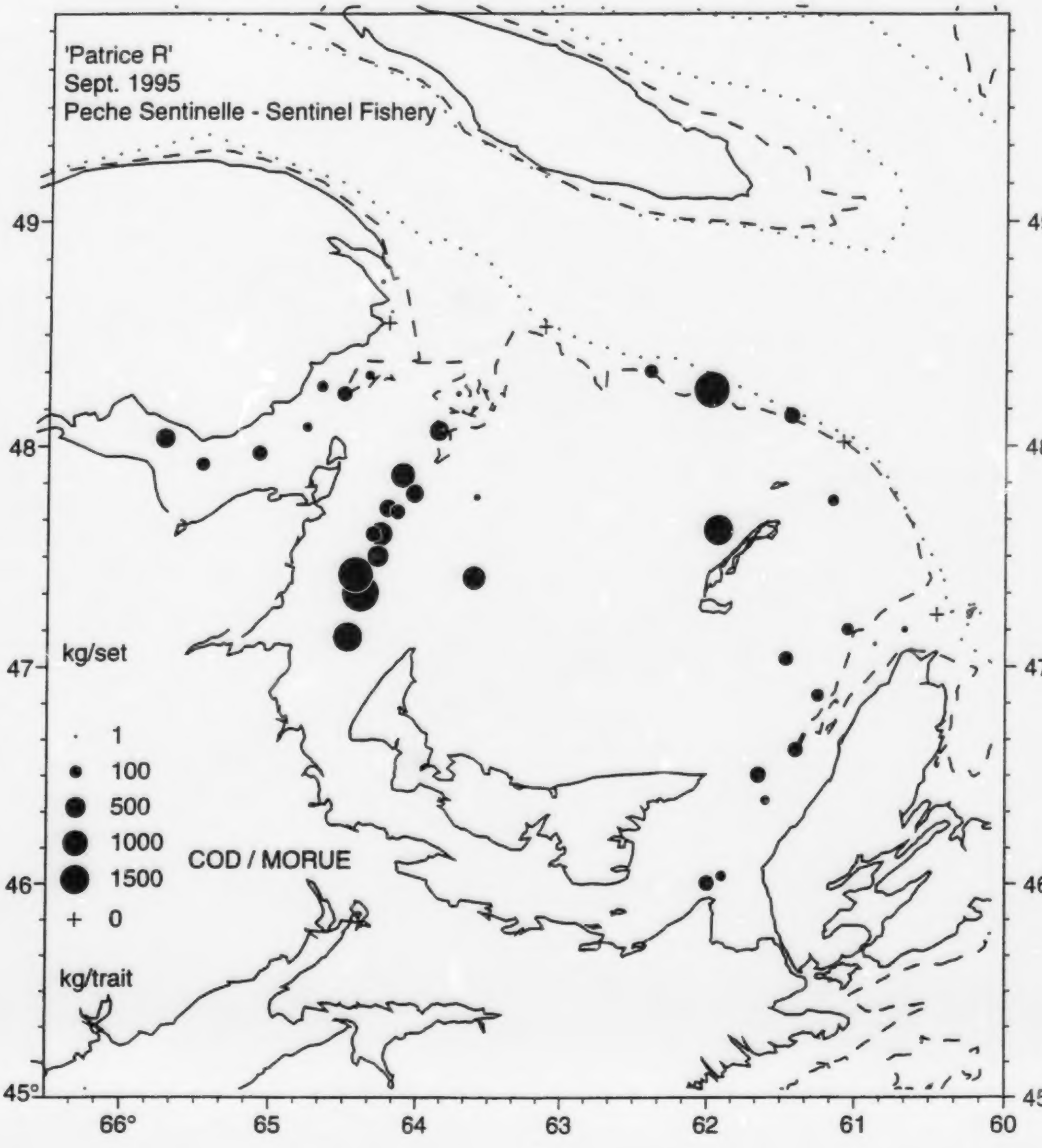
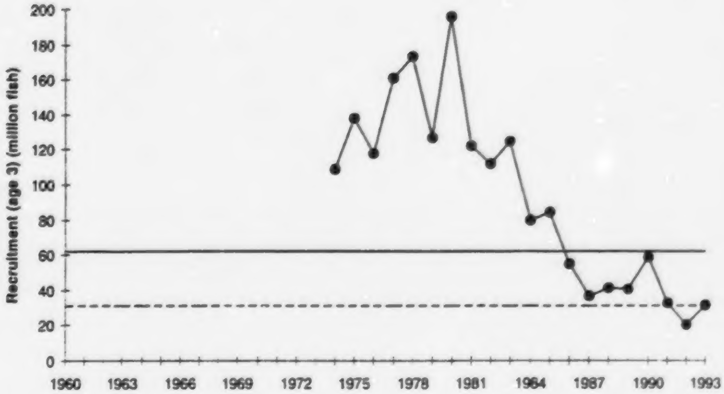


FIGURE 9:

Criteria for Reopening - Cod in Northern Gulf of St. Lawrence

RECRUITMENT:
(age 3) (million fish)

Average of recruitment observed at age 3. 2 to 4 years prior to current year has to improve half way (solid line) towards the average.



SPAWNING BIOMASS (SSB):
(7+ fish) ('000 t)

Consider reopening when SSB half way (solid line) towards the average. 20% of average spawning potential is 43.

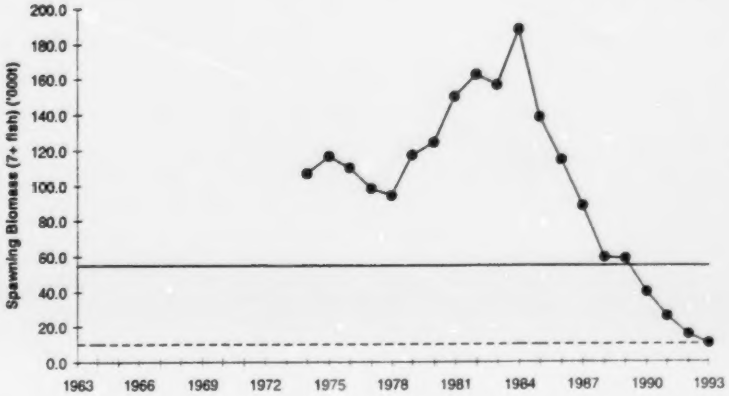


FIGURE 10:

Survey vessel estimates of maximum trawlable biomass in areas 3Pn (a), 4R (b), 4S (c) and all three areas together (d).

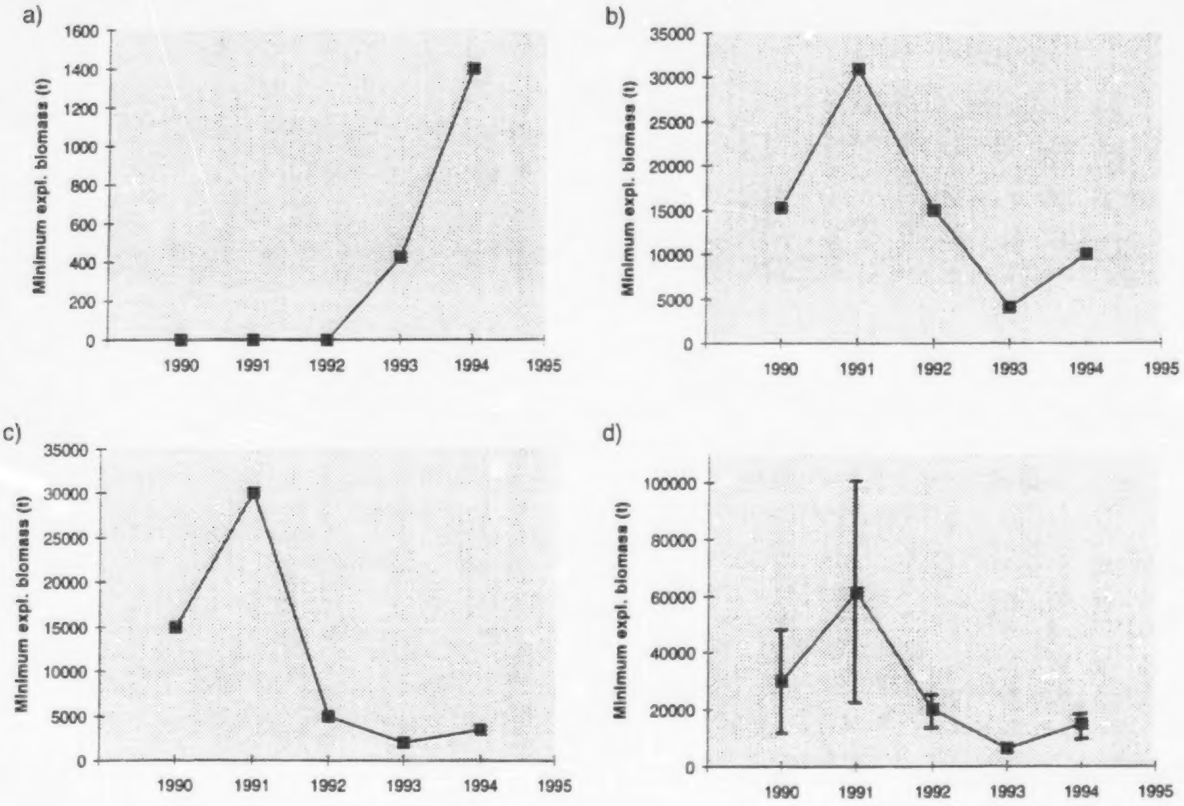
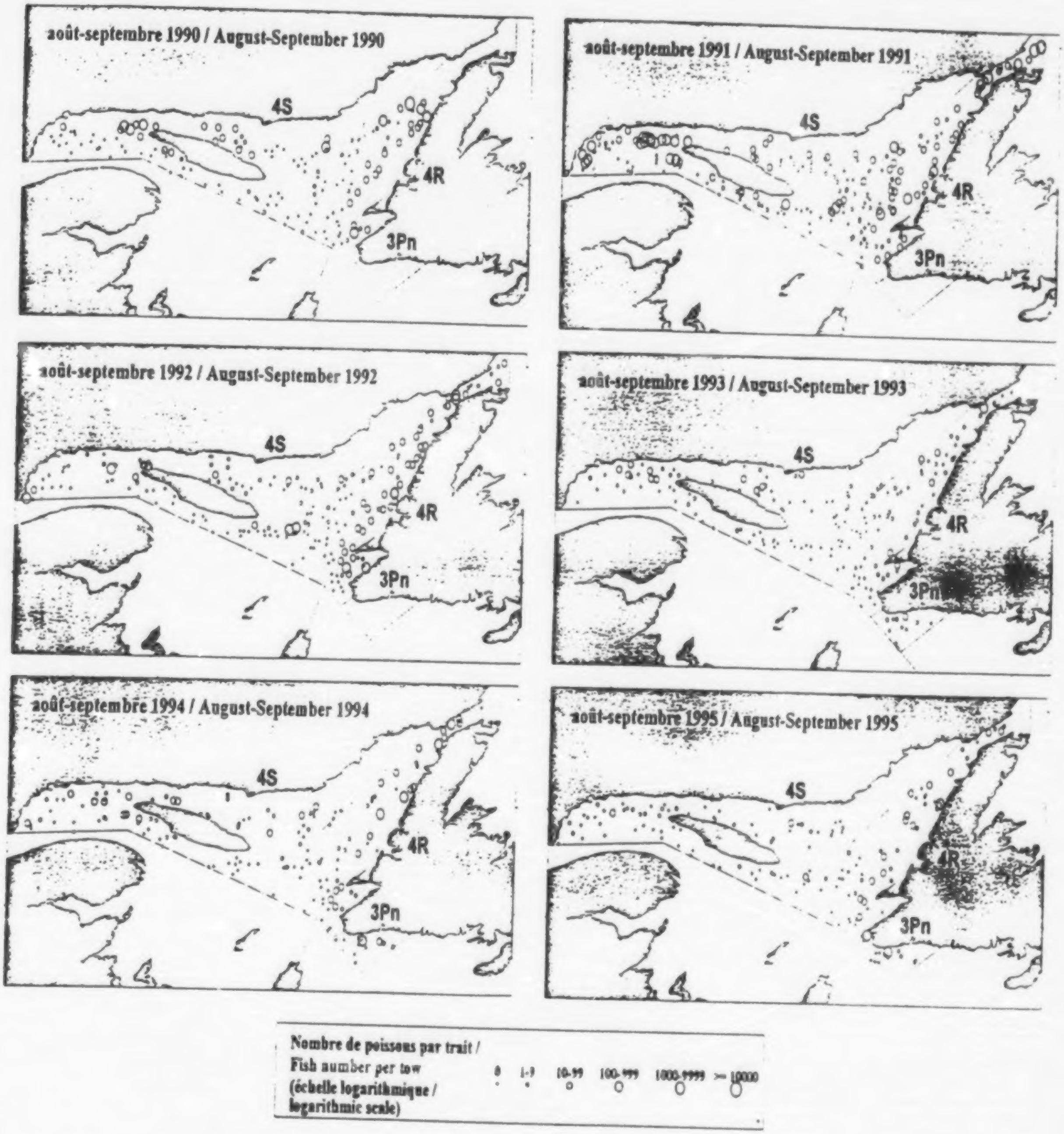


FIGURE 11a:

3Pn, 4RS cod. Distribution of catch rate (total number/24 min total number for 24 minute tow) from August-September research surveys (research vessel: "Alfred Needler").



<u>FIGURE 11b</u>: Distribution of catches in 1995 sentinel survey.

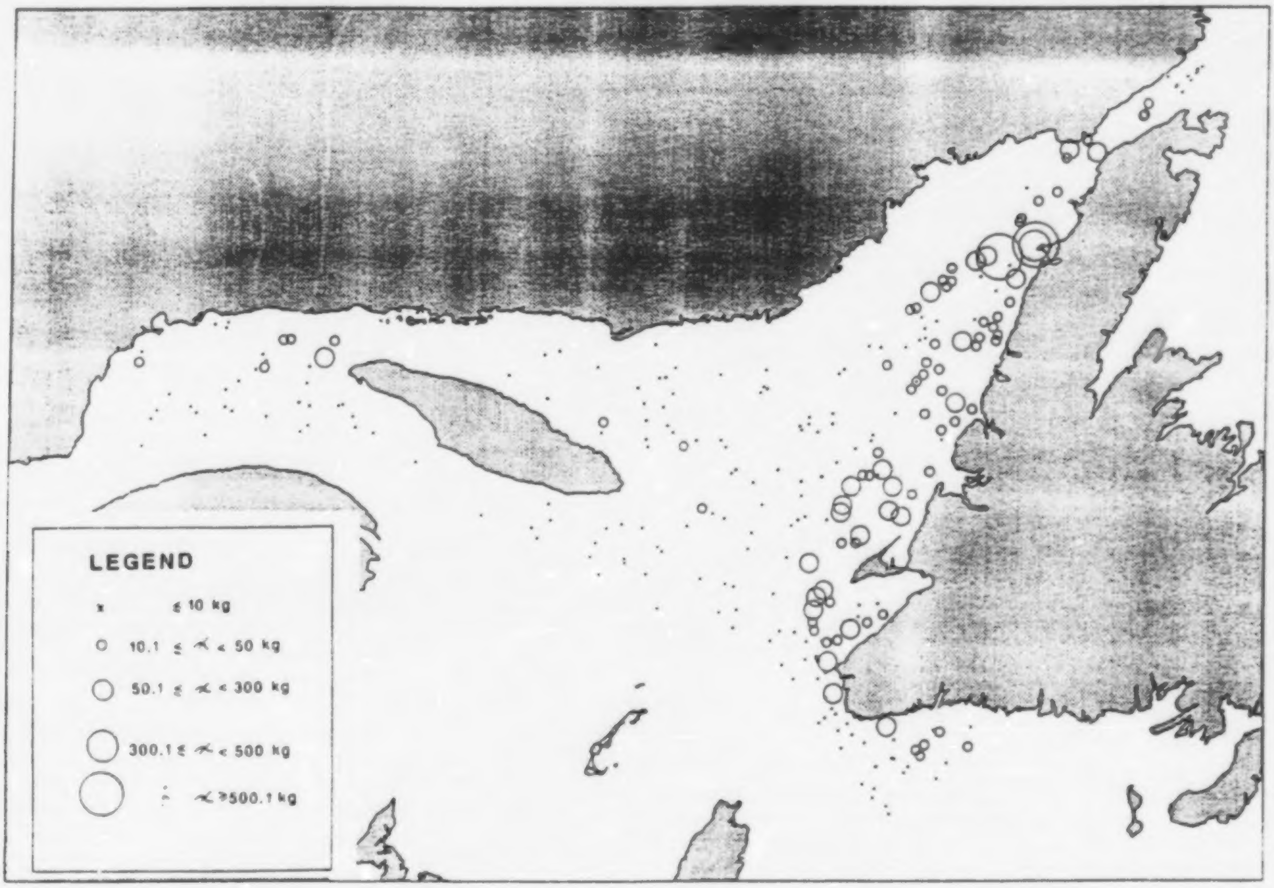


FIGURE 12:

A hypothetical example showing the catch that can be allowed if we are willing to accept any given probability (risk) of exceeding a target fishing mortality level. The solid line shows a case of less uncertainty in the estimates of fishing mortality than the dashed line. For example, if we are willing to accept a 20% chance of exceeding our target (see 20% on the vertical axis) then if estimates are very uncertain (dashed line) a catch of 650 tonnes might be allowed, while if estimates are more certain (solid line), a catch of 825t could be allowed.

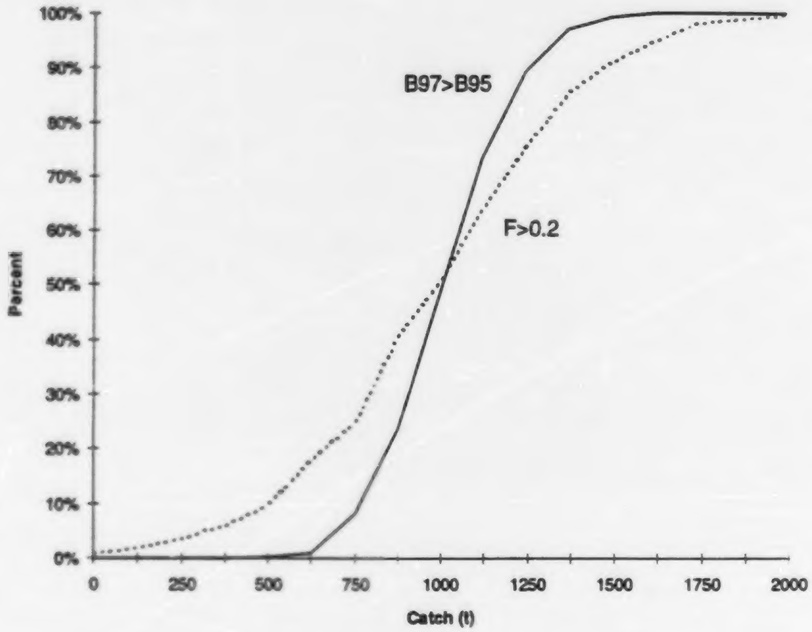
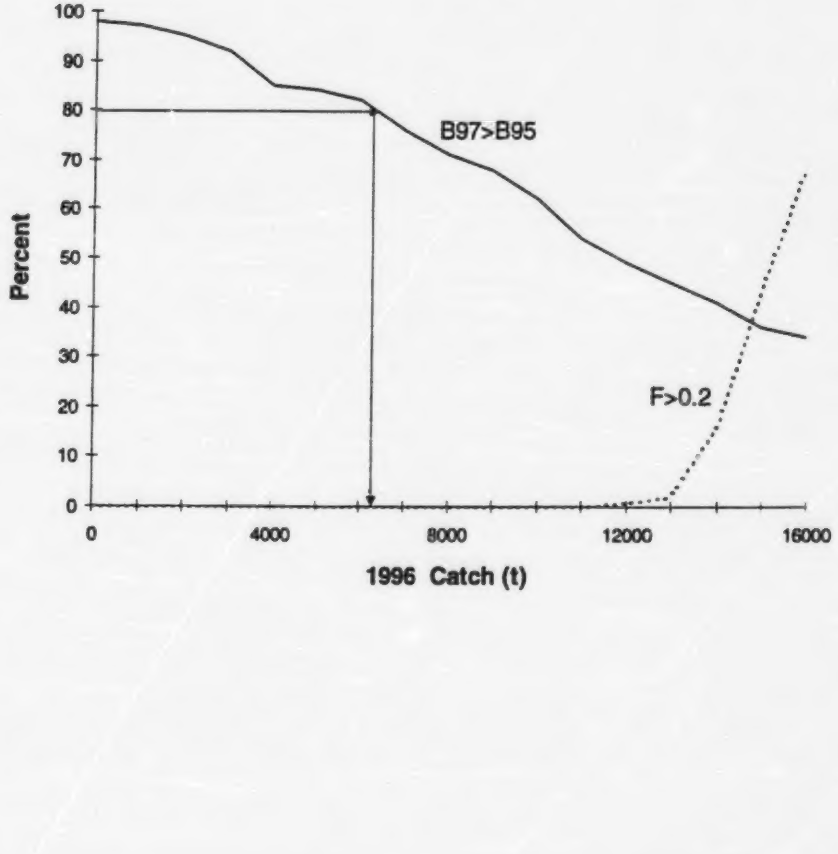


FIGURE 13:

Probability distributions for three 4TVn cod catch projections. The probability shown as a percentage in the vertical axis is that: 1- the 1997 biomass exceeds the 1995 biomass (B97>B95 curve); 2- the 1997 biomass exceeds 115,000 mt (B97>115 kt); and, 3- that the probability of the fishing mortality F exceeds 0.2. (Calculations by S. Gavaris and A. Sinclair).



Document de travail du CCRH
Préparé par le sous-comité
d'évaluation des populations

Juin 1996
CCRH.96.TD.1

Du moratoire à la viabilité : Critères de réouverture et d'exploitation durable, appliqués aux stocks de morue des sous-divisions 3PS, 4TVn et 3Pn4RS

Conseil pour la conservation des ressources halieutiques

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction 1

2. Contexte 1

3. Indicateurs de l'état des stocks 2

3.1 Les indicateurs 2
3.2 Qu'est-ce qui fait la qualité d'un indicateur? 3
3.3 L'approche prudente 4

4. Information sur les stocks 5
4.1 Morue de la sous-division 3Ps 5
4.2 Morue de la sous-division 4TVn 6
4.3 Morue de la sous-division 3Pn4RS 6

5. Critères de réouverture 7
5.1 Lignes directrices 7
5.2 Morue de 3Ps 8
5.3. Morue de 4TVn 9
5.4 Morue de 3Pn4RS 10

6. Après la réouverture 11

7. Conclusion 12

FIGURES F1

1. INTRODUCTION

L'année dernière, le CCRH a tenté de stimuler la discussion au sujet de la réouverture des pêches en présentant un document de travail intitulé *Observations relatives à la façon de réouvrir une pêche* (CCRH 95.TD.1). En août 1995, des réunions publiques ont donc été organisées au sujet de ce document et d'un processus qui permettrait de rouvrir les pêches actuellement fermées.

Dans le présent document, nous exposons les idées qui ont été présentées au cours de ces réunions, ainsi que les principes généraux qui se rapportent à l'établissement de l'état des stocks de poisson visés par le moratoire. Nous nous pencherons ensuite sur les stocks de morue des sous-divisions 3Ps, 4TVn et 3Pn4RS. L'information dont on dispose actuellement au sujet de ces stocks est présentée et évaluée, de façon à en déterminer la fiabilité et la pertinence pour la prise de décisions concernant la réouverture.

Des propositions précises de critères de réouverture sont présentées pour les trois stocks. Elles incluent le choix des niveaux appropriés de certains indicateurs de l'état des stocks, auxquels les stocks pourraient être considérés comme exploitables; elles incluent également le choix des niveaux d'exploitation qui assureraient le rétablissement continu et la viabilité des stocks.

2. BACKGROUND

Dans son document antérieur au sujet de la réouverture, le CCRH a décrit un processus de consultation des scientifiques et de l'industrie basé sur la définition et la sélection des indicateurs biologiques appropriés de l'état des stocks; ceci, accompagné du choix des règles de réouverture et de pratique d'une pêche viable.

Les consultations ont confirmé qu'il fallait donner la préséance à la conservation et que le principe de la prudence devait guider les décisions.

L'importance fondamentale de la conservation en vue d'arriver à une pêche viable a été largement reconnue. Par exemple, le Comité du Sénat sur la pêche, dans son rapport de décembre 1995 intitulé *La pêche du poisson de fond de l'Atlantique: son avenir*, recommande de donner la priorité à la conservation du milieu marin et de ses ressources par rapport à toutes les autres considérations. La Table ronde de Terre-Neuve et du Labrador sur l'environnement et l'économie, dans son rapport d'octobre 1995, *Rapport du partenariat visant le développement durable des villages côtiers et des écosystèmes marins de Terre-Neuve et du Labrador*, a conclu, après de nombreuses consultations, que les collectivités souhaitaient que le principe de la prudence soit appliqué aussi largement que possible et ne soit sacrifié à aucun prix au profit de quelque intérêt à court terme.

Les pêcheurs et les défenseurs de l'environnement ont exprimé des convictions semblables. Les stocks de morue doivent avoir toutes les chances possibles de se rétablir et de croître, selon le Southern Shore Inshore Fishermen's Action Committee, qui en faisait part au CCRH dans une lettre du 28 septembre 1995. De même, l'Environmental Coalition of PEI mentionnait, dans une missive du 7 novembre 1995, que les objectifs à long terme de la conservation et du rétablissement étaient d'une importance primordiale. Le CCRH doit continuer d'appliquer le principe de la prudence, quelles que soient les pressions exercées par le public.

Les consultations publiques ont donc révélé un soutien universel à l'égard des démarches de gestion des pêches basées sur la conservation, ainsi qu'un appui à

l'orientation générale proposée par le CCRH pour l'établissement des critères de réouverture. Partout, les participants ont aussi souligné la difficulté de mettre l'accent sur la conservation, tant qu'on n'aura pas réglé les problèmes des allocations - question qui dépasse le mandat du CCRH, mais qui est tout de même important à remarquer. Les consultations ont aussi permis de souligner l'extrême importance qu'aura la manière de rouvrir la pêche : l'effort devra être défini en fonction des ressources, de façon que le rétablissement puisse se poursuivre.

Il est maintenant temps de se pencher sur des cas particuliers et de formuler des propositions précises de critères de mesure de l'état des stocks et de règles de réouverture. Les trois stocks à l'étude avaient été mentionnés dans le dernier rapport du CCRH sur le poisson de fond (CCRH.95.R.2) comme nécessitant des mesures particulières. Le CCRH avait recommandé, en ce qui concerne les stocks de morue des sous-divisions 3Ps, 3Pn4RS et 4TVn, que le moratoire sur la pêche commerciale soit maintenu, mais qu'on élargisse la pêche sentinelle afin de recueillir plus d'informations ou d'en arriver à un consensus au sujet de l'état des stocks. Le CCRH concluait également que :

- 1996 devrait être le début d'une période de transition pendant laquelle toutes les parties devraient s'adonner à une bonne planification,condition préalable essentielle à la réouverture de la pêche;
- un examen de toute l'information disponible devrait avoir lieu en octobre 1996, afin de décider si la période de transition doit être prolongée ou si les conditions biologiques sont propices à une réouverture limitée.

Il est maintenant nécessaire de définir les indicateurs de l'état des stocks qui caractériseront l'état des trois stocks mentionnés ci-dessus (ils ne seront pas nécessairement les mêmes pour les trois stocks) et qui seront suffisamment fiables pour guider les décisions de réouverture et de gestion d'une pêche viable. De plus, il faut déterminer les niveaux d'exploitation appropriés, en fonction de l'ampleur de la ressource et des aspects sociaux de la pêche.

3. INDICATEURS DE L'ÉTAT DES STOCKS

3.1 Les indicateurs

Comme le mentionnait le précédent rapport du CCRH sur le sujet, les indicateurs de l'état desstocks sont des propriétés d'une population de poissons ou de poissons individuels qui caractérisent l'état, le potentiel de croissance et l'exploitabilité d'un stock. Les consultations ont confirmé un consensus général à l'égard d'un certain nombre d'indicateurs valables de la définition de l'état des stocks, qui sont brièvement décrits ci-dessous.

Les indicateurs reconnus comme étant particulièrement importants étaient les suivants :

<u>La biomasse totale</u>: poids total de tous les poissons qui composent un stock;

<u>Biomasse de reproducteurs</u> : le poids de tous les poissons qui sont suffisamment âgés pour se reproduire;

<u>Recrutement</u> : le nombre de poissons atteignant la taille légale de capture au cours d'une année donnée.

Un stock se compose de poissons de plusieurs âges, autant de jeunes, trop petits pour être capturés, que de recrues à la taille de capture minimale mais parfois trop jeunes pour se reproduire, et de vieux géniteurs. <u>Il a été démontré que les poissons les plus agés et de taille supérieure sont de meilleurs reproducteurs</u>. A l'example du domaine des finances, la biomasse totale représenterait la somme de tous les avoirs, la biomasse de reproducteurs, les avoirs portant intérêt, et le recrutement, l'intérêt d'une année donnée,

tiré principalement des avoirs les plus anciens, arrivés à maturité.

D'autres indicateurs de l'état des stocks méritant considération sont par exemple :

Structure par âge : la proportion de la population dans chaque classe d'âge, indiquant la constance du recrutement d'une année à l'autre et la capacité du stock de se renouveler. Ce facteur est aussi pertinent pour l'évaluation des engins les mieux appropriés à la pêche.

Répartition géographique : l'aire occupée par le stock, tout particulièrement par rapport à son aire historique. Une diminution de l'aire pourrait être un signe de vulnérabilité de la population.

Propriétés des poissons individuels qui pourraient aussi servir d'indicateurs :

Poids selon l'âge : le poids d'un poisson à un certain âge peut être considéré comme une mesure de son taux de croissance, facteur important du taux d'accroissement de la biomasse; à partir de la connaissance du poids selon l'âge et de la structure par âge du stock, on peut calculer la biomasse à chaque âge et la biomasse totale.

Coefficient de condition : l'état physiologique d'un poisson, qui peut avoir de l'importance pour sa capacité de reproduction.

Outre les indicateurs mentionnés ci-dessus, qui ont directement trait au poisson, des indicateurs environnementaux (ou de l'écosystème) pourraient être utiles pour évaluer les perspectives des stocks :

Milieu physique ou habitat : l'état de l'habitat, là où vit le poisson, peut soulever des préoccupations pour la santé à long terme d'un stock.

Milieu biologique : les espèces exploitées à des fins commerciales ont des interactions les unes avec les autres, ainsi qu'avec d'autres espèces. Lorsqu'on connaît les liens écosystémiques entre différentes espèces (par exemple phoque, morue,capelan), ces liens acquièrent une certaine pertinence pour l'évaluation de la capacité d'un stock de se rétablir et de croître.

3.2 Qu'est-ce qui fait la qualité d'un indicateur?

D'après de nombreux intervenants, les indicateurs utilisés pour la prise de décision devraient être simples, fiables et faciles à comprendre. Les règles générales suivantes ont été proposées pour l'évaluation de la pertinence des indicateurs de l'état des stocks en vue de la prise de décision :

- **Il doit y avoir un lien évident entre l'indicateur et l'état du stock.** Les indicateurs qui ont un lien étroit avec l'abondance du stock (biomasse, recrutement, structure par âge) sont plus directs que d'autres, comme le coefficient de condition ou l'habitat.
- **L'indicateur doit être facile à calculer et à comprendre.** Il serait aussi souhaitable de pouvoir évaluer l'indicateur rapidement, afin que le laps de temps entre l'information et la décision soit le plus court possible et, dans bien des cas,que la décision soit prise rapidement de façon à avoir le plus d'effet possible.
- **La valeur de l'indicateur doit être largement reconnue et considérée comme fiable**. Tous les participants de la pêche devraient pouvoir comprendre comment on arrive à déterminer la valeur de l'indicateur et être convaincus de sa valeur. L'évaluation des populations de poisson naturelles est toujours sujette à l'erreur et plus l'incertitude est grande, moins l'indicateur est utile.

L'incertitude a deux conséquences. Elle est souvent la cause de dissension entre les différentes parties, chacune soutenant

l'évaluation qui correspond davantage à ses intérêts. Elle impose également des restrictions importantes aux décisions basées sur le risque minimum. Plus les sources d'information au sujet d'un indicateur sont nombreuses, plus on peut accorder de confiance à sa valeur.

Ces règles ne sont bien sûr que des lignes directrices, puisqu'elles peuvent entrer en conflit les unes avec les autres : un indicateur fiable ne doit pas être rejeté parce qu'il est compliqué à évaluer; pas plus qu'un «mauvais» indicateur bien évalué n'est toujours mieux qu'un «bon» indicateur mal évalué. Les facteurs de l'habitat ou de l'écosystème, qui peuvent être difficiles à utiliser sur le plan quantitatif et qui, à ce titre, ne qualifieraient pas de «bons» indicateurs, peuvent néanmoins fournir des informations valables dans le cadre d'une approche prudente et attentive.

3.3 L'approche prudente

Une fois les indicateurs du stock choisis de façon à satisfaire aux besoins de clarté, de simplicité et de fiabilité, comment faut-il les utiliser pour arriver à la décision de rouvrir la pêche ou de fixer le taux d'exploitation à un certain niveau?

Le CCRH a souvent mentionné la nécessité de «pécher par excès de prudence», tant en ce qui concerne ses efforts pour donner des conseils au sujet de la conservation, que ses recommandations au sujet de l'ensemble des pêches. Le CCRH soutient les démarches «prudentes» visées à la conservation, et maintient qu'il ne devrait pas être nécessaire de «prouver» le besoin de prendre des mesures de conservation. Il devrait être suffisant d'arriver à la conclusion logique, en se basant sur les autres preuves, qu'il faille prendre des mesures de conservation, toujours de la meilleure façon possible : c'est l'approche prudente.

Selon l'approche prudente, la réouverture de la pêche ne devrait avoir lieu que si l'on est passablement certain 1) que les stocks de poisson sont en suffisamment bon état, 2) que la réouverture de la pêche peut se faire de manière à favoriser la conservation, en maintenant la mortalité due à la pêche à un niveau suffisamment faible. Il est essentiel que ces DEUX conditions soient satisfaites. Par exemple :

* Lorsque les résultats de l'évaluation des stocks sont prometteurs, mais imprécis (peut-être à cause de renseignements contradictoires obtenus des diverses sources d'information, ou parce que les données d'une nouvelle pêche sentinelle sont très préliminaires), il serait dangereux de rouvrir la pêche sans attendre de confirmation. Les avantages que nous espérons tirer de sa fermeture pourraient être dissipés si l'exploitation reprend trop rapidement.

* Si les stocks de poisson ont au moins eu la chance de se rétablir quelque peu, mais qu'il y a peu de changements quant à la FAÇON dont la pêche sera pratiquée (par example la quantité d'effort déployé en mer), comparativement à ce qui existait avant l'effondrement, il serait là encore dangereux de rouvrir la pêche. Dans ce cas, on perdrait les avantages du rétablissement; la pêche connaîtrait probablement une autre crise.

L'approche prudente ne signifie pas qu'il faille abandonner toute exploitation! Elle signifie plutôt qu'il faut peser le pour et le contre et si, tout bien considéré, il semble raisonnable de rouvrir la pêche, à la fois du point de vue de l'état des stocks que de celui des possibilités de gestion, alors on pourra le faire, mais de façon prudente (pécher par excès de prudence), en s'assurant que les mesures de gestion sont suffisantes pour éviter une autre crise. Par ailleurs, si la réouverture semble mal avisée, ou si les indications sont imprécises, il vaut mieux attendre. L'approche prudente est conçue pour nous aider à éviter de laisser notre désir

immédiat de pêcher surpasser les résultats à long terme.

4.INFORMATION SUR LES STOCKS

Les plus récentes informations recueillies sur les stocks de morue des sous-divisions 3Ps, 4TVn et 3Pn4RS sont résumées ci-dessous. Une partie de cette information a déjà été présentée dans les rapports de 1995 sur l'état des stocks du MPO et dans le rapport du CCRH sur le poisson de fond de novembre 1995. Nous avons aussi inclus d'autres renseignements provenant des pêches sentinelles et de rencontres particulières avec des scientifiques de l'évaluation des stocks.

4.1 Morue de la sous-division 3Ps

Le rapport de 1995 du CCRH sur le poisson de fond fait état de quelques divergences d'opinions au sujet de l'état du stock de morue du banc Saint-Pierre. L'évolution de la population, établie à partir des données sur les prises, est illustrée à la figure 1, jusqu'à l'année de fermeture de la pêche, soit 1993. Les renseignements fournis par les relevés scientifiques s'étendent au-delà de l'année de fermeture (figure 2). Le relevé scientifique de 1995 montre une augmentation du nombre de géniteurs (âge 6 et plus), mais cette information est grandement affectée par un seul trait ayant capturé un grand nombre de poissons et soulève de sérieux doutes.

Le même relevé ne révèle pas d'augmentation du nombre de recrues et l'évaluation scientifique continue d'indiquer que le stock est à un très faible niveau. Bien que le coefficient de condition se soit légèrement amélioré récemment (fig. 3), la morue de 3Ps continue d'arriver à maturité à un plus jeune âge et à une plus petite taille, tendance amorcée en 1988 (fig. 4). Cette tendance à produire de plus petits géniteurs signifie qu'il faut un plus grand nombre de poissons pour constituer la même biomasse. Les petits géniteurs produisent aussi moins d'oeufs, ce qui diminue le taux de survie, tendance à laquelle on pourrait aussi attribuer la faiblesse du recrutement observée. Selon les évaluations des scientifiques, le stock est à un faible niveau et le recrutement est très limité.

La structure par âge actuelle résulte principalement du succès du recrutement passé (comme le montrent les diagrammes inférieurs des fig. 1 et 2). Il reste très peu d'individus des plus vieilles classes d'âge (1983-1988) aujourd'hui; celle de 1989 a été la plus forte des dernières années (elle est indiquée par le sommet du diagramme à l'âge de trois ans en 1992). Les résultats du relevé indiquent que le recrutement continue d'être faible; aucune grande classe d'âge n'est donc prévue.

En février 1995, une pêche sentinelle a été pratiquée à 12 endroits dans un étroit corridor côtier, autour de la baie de Plaisance et à l'ouest de la péninsule Burin. Dans la plupart des endroits, les pêcheurs ont utilisé des filets maillants en monofilament à maillage de cinq pouces et demi, sauf à Arnold's Cove et aux emplacements situés à l'ouest de Burin, où ils ont pêché avec des hameçons appâtés. Le taux de capture était aussi bon, sinon meilleur, qu'avant le moratoire, et a confirmé une répartition relativement vaste et à peu près égale de poissons dans le secteur d'échantillonnage. Il semble y avoir une seule classe annuelle forte (1989) dans le secteur. De plus, des petites morues ont été signalées autour des quais et dans les eaux peu profondes en 1995, phénomène qui n'avait pas été observé depuis 12 à 15 ans. Bien que les taux de prises soient encourageants, chaque équipage a fortement recommandé d'user de prudence pour l'interprétation des résultats concernant l'abondance des stocks : il est impossible de déterminer dans quelle mesure les taux de prises auraient été différents s'il y avait eu plus de bateaux dans les pêcheries. La pêche sentinelle ne touchait que des zones semi-côtières; la région échantillonnée étant

différente de celle du relevé scientifique, il est difficile de faire des comparaisons entre ces deux programmes d'échantillonnage.

L'interprétation des résultats des relevés scientifiques et des pêches sentinelles est d'autant plus complexe que différents sous-stocks se déplacent dans la sous-division 3Ps. La pêche vise un ensemble de sous-stocks qui se reproduisent dans l'unité de gestion aussi bien qu'à l'extérieur et qui s'y déplacent de différentes façons.

L'origine de la morue qui occupe la baie de Plaisance, par exemple, à différents moments de l'année, demeure un des problèmes de structure de stock les plus mal compris et les plus difficiles à expliquer pour la morue de 3Ps. L'étude des possibilités d'ouverture de la pêche devrait tenir compte de cette situation, ainsi que des effets que l'exploitation dans la sous-division 3Ps pourrait avoir sur les zones cotoyantes.

4.2 Morue de la sous-division 4TVn

Au cours de ses consultations de 1995, le CCRH a entendu de nombreux participants dire qu'il y avait des signes de la présence de la morue dans plusieurs secteurs du sud du Golfe en nombre suffisant pour nuire à la pratique d'autres pêches à cause des limites de prises accessoires. Le CCRH a désigné la sous-division 4TVn comme secteur où il serait possible de pratiquer une pêche sentinelle plus étendue en vue de mieux comprendre l'état des stocks de morue.

L'évolution du stock, tirée de l'analyse des données sur les prises (fig. 6), montre la baisse de la biomasse de reproducteurs et du recrutement qui a amené la fermeture de la pêche en 1993. La poursuite des calculs jusqu'en 1995 (exercice toutefois moins fiable en l'absence des données sur les prises commerciales) montre un certain rétablissement. Cependant, les résultats du calcul du recrutement demeurent très faible. Ces conclusions sont confirmées par les relevés effectués par le bateau de recherche (fig. 7). Toutes les classes d'âge récentes identifiables (1987-1991) sont inférieures à la moyenne, celle de 1987 étant la plus forte de la série de 1983 à 1993. Environ 60 p. 100 de la population est composée des individus les plus agés, ce qui indique qu'il y a peu de recrutement. La biomasse totale en 1995 est évaluée à 116 000 tm, soit une hausse par rapport aux 98 000 tm de 1993, mais on est encore loin de la moyenne de 1971 à 1995 de 232 000 tm.

La répartition géographique est représentative de la tendance historique à la baisse des populations. Les relevés du bateau de recherche et les pêches sentinelles donnent les mêmes résultats dans les zones échantillonnées au moyen des deux méthodes; les deux sources d'information révèlent que l'abondance de la morue dans le sud du Golfe n'a pas changé de façon marquée depuis la fermeture de la pêche en septembre 1993 (fig. 8).

4.3 Morue de la sous-division 3Pn4RS

Ce stock de morue est le troisième du groupe sélectionné par le CCRH dans son rapport sur le poisson de fond de 1995, qui montre quelques signes de rétablissement et pour lequel on a recommandé d'élargir la pêche sentinelle.

L'évolution du stock, établie à partir des données sur les prises, est illustrée à la fig. 9 jusqu'en 1993, dernière année pour laquelle les calculs ont été faits. La pêche commerciale a été interdite en 1994 à cause de la rapide diminution des niveaux des stocks et l'absence de recrutement. Les relevés de recherche indiquent aussi une diminution (fig. 10) et, comme nous le verrons plus loin, un déplacement de la répartition du stock (fig. 11).

Il n'y a aucun signe de classe annuelle abondante. Seule celle de 1987 a été supérieure à la moyenne ces dernières années. La plus grande proportion de la

biomasse se compose actuellement des classes annuelles de 1990 et de 1991, qui ne sont pas particulièrement grandes.

Les résultats de la pêche sentinelle confirment l'abondance relativement grande observée dans la sous-division 3Pn et la division 4R par rapport à celle de 4S (fig. 11); par ailleurs, ils sont plus ou moins incohérents, indiquant une augmentation de la biomasse globale, mais des résultats décevants dans bien des secteurs (p. ex. détroit Belle-Isle).

5. CRITÈRES DE RÉOUVERTURE

5.1 Lignes directrices

Dans cette section, nous présentons un ensemble de critères applicables à la réouverture et à l'exploitation durable des trois stocks de morue qui nous préoccupent. La décision de rouvrir la pêche est précédée de trois étapes :

1. Choisir les indicateurs de l'état des stocks.
   - Ceux-ci devraient être simples, pertinents, fiables et, chaque fois que c'est possible, multiples pour donner une meilleure idée de l'état du stock.
   - Au cours de notre étude, nous mettrons l'accent sur la **biomasse du stock de reproducteurs, le recrutement, la structure par âge** et parfois la **répartition géographique** du poisson.
2. Pour chaque indicateur, il faut définir un niveau jugé suffisant pour soutenir des activités de pêche.
   - Au cours de notre étude, nous utiliserons un **«point médian»**, c'est-à-dire un point situé à mi- chemin entre le niveau faible qui existait quand la pêche a été interdite et le niveau moyen d'une période récente.
3. À partir de l'ensemble des indicateurs, il faut décider, en respectant le principe de la prudence, ce qui constitue un «dossier» acceptable.
   - Pour que la pêche soit rouverte, faut-il que tous les indicateurs, ou seulement quelques-uns, aient atteint le niveau souhaitable?
   - Pour les besoins de la cause, nous assumerons ici que **tous les indicateurs décisifs doivent avoir atteint le niveau acceptable**, tandis que pour les autres, le niveau approprié sera considéré comme «souhaitable» mais non essentiel.

Si l'on arrivait à la décision de rouvrir la pêche, il restera encore à déterminer le niveau auquel doit être pratiquée une pêche viable.

- Il est évident que l'exploitation d'un stock qui est encore relativement décimé ne peut reprendre aux mêmes niveaux qu'avant son interdiction. Quels seraient les niveaux de mortalité par pêche, d'effort de pêche et de capture qui ne présentent pas de risque? La réouverture doit se faire au niveau auquel le rétablissement pourra se poursuivre, l'effort en mer correspondant à l'ampleur des ressources.
- Il faut faire preuve de prudence lors du choix des niveaux d'exploitation, afin de minimiser le risque de nuire aux ressources.
- Au cours de notre étude, nous avons utilisé, comme niveau initial de mortalité par pêche, **le quart de $F_{0.1}$** et nous avons même abaissé ce niveau là où l'incertitude au sujet des stocks était particulièrement grande.

Pour chaque stock, le processus d'information et de décision est résumé sous forme de tableau. Les lecteurs doivent se rappeler qu'il peut y avoir énormément d'incertitude associée aux données présentées. Ils sont aussi invités à faire des commentaires sur le choix des indicateurs, des règles de réouverture et des niveaux d'approche prudente pour la pratique d'une pêche viable.

5.2 Sous-division 3Ps

Principaux indicateurs :

1. Biomasse :

   • Aucune biomasse calculée pour 1995.

   • Biomasse minimale d'après les relevés de recherche : supérieure à la moyenne à long terme - mais résultat douteux.

   • Taux de prises des pêches sentinelles élevé en 1995; cependant exploitation très localisée dans l'espace et dans le temps

   Dans l'ensemble : signes positifs, mais fiabilité faible.

2. Recrutement : Toujours inférieur au niveau à la fermeture; aucune nouvelle classe d'âge recrutée.

3. Structure par âge : aucune classe d'âge forte depuis 1989.

Indicateurs additionnels :

4. Répartition géographique : peu de poissons sur les bancs. Répartition réduite.

5. Coefficient de condition : inférieur au niveau cible.

Tableau 1: Morue de 3Ps

Indicateur		Moyenne à long terme (1979-1993)	État à la fermeture (1993)	État actuel (1995)	Rétablissement médian		État approximatif du stock
					Biomasse	Prises à $F_{0.1}$	
Indices calculés (ADAPT)	Biomasse totale (tm)	131,000	77,000	Non disponible	104,000	–	Pas calculés après 1993
	Biomasse de reproducteurs (tm) (âge 6+)	60,000	33,000	Non disponible	46,000	7,500	
	Biomasse du recrutement (tm) (âge 3)	21,000	8,000	Non disponible	15,000	–	
Données des relevés scientifiques (nombres moyens/trait)	Indice d'abondance Age 6+	7.17	4.18	29.38	–	–	Signes possibles de rétablissement
	Indice d'abondance Age 3	1.12	0.41	0.19	0.76	–	Très faible
	Répartition géographique	La répartition continue de s'amenuiser. Concentrations localisées le long de la plate-forme.					Faible
	Niveau de recrutement	Recrutement bien inférieur à la moyenne depuis trois ans. Aucune classe d'âge forte.					Faible
	Pêches Sentinelles	Taux des prises élevées en 1995 (plus élevés qu'avant la fermeture), bien que très localisés dans l'espace et le temps. Il n'est pas certain si un plus grand effort aurait permis de maintenir ces taux pendant toute la saison dans l'ensemble de la sous-division. De petites morues ont été observées dans les eaux côtières.					

Analyse :

Aux niveaux fixés des indicateurs, le taux de prise à F0,1 est de 7 500 tm; un niveau prudent du quart de cette valeur correspondrait à 1 875 tm.

Compte tenu du faible niveau de recrutement, du niveau élevé d'incertitude au sujet de l'évaluation de la biomasse et des signes négatifs fournis par les indicateurs additionnels, la fermeture devrait être maintenue.

5.3. Morue de 4TVn

Principaux indicateurs

1. La biomasse calculée demeure inférieure au niveau cible (peu de changement depuis la fermeture).
   - La biomasse minimale d'après les relevés de recherche est encore inférieure au niveau cible (faible niveau d'incertitude).
   - Les prises des pêches sentinelles viennent confirmer les calculs et les relevés. Dans l'ensemble, les signes sont négatifs.
2. Recrutement : semble s'améliorer; toutefois, aucune classe d'âge forte n'est recrutée.

Tableau 2: Morue de 4TVn

Indicateur		Moyenne à long terme (1979-1993)	État à la fermeture (1993)	État actuel (1995)	Rétablissement médian		État approximatif du stock
					Biomasse	Prises à $F_{0.1}$	
Indices calculés (ADAPT)	Biomasse totale (tm)	232 000	116 000		165 000	–	
	Biomasse de reproducteurs (tm) (âge 5+)	154 000	71 000	99 000	112 000	18 500	La baisse de la biomasse semble interrompue
	Biomasse du recrutement (tm) (âge 3)	43 000	9 000	12 000	27 000	–	Faible
Données des relevés scientifiques (nombres moyens/trait)	Indice d'abondance (âge 5+)	68.47	35.40	36.22	51.94	–	La baisse d'abondance semble interrompue
	Indice d'abondance (âge 3)	27.21	9.34	5.86	18.27	–	
	Indice d'abondance (âge 2-3)	18.88	6.68	3.24	12.78	–	Faible
	Répartition géographique	Le poisson est principalement concentré le long de la côte sud; l'aire historique n'a pas encore été récupérée.					Très faible
	Niveau de recrutement	Le recrutement est bien inférieur à la moyenne depuis trois ans et diminue depuis 1985. Aucune classe d'âge forte.					Très faible
	Pêches Sentinelles	Malgré de bons traits en 1995, les données n'indiquent pas une bonne amélioration. Le recrutement semble en outre faible.					

3. Structure par âge : aucune classe d'âge forte au sein du stock.

Indicateurs additionnels :

4. Répartition géographique : Les pêches sentinelles et les relevés confirment que la population ne s'est pas rétablie dans toute l'aire de répartition; les captures sont concentrées le long de la rive sud du Golfe.

5. Coefficient de condition

Analyse :

Aux niveaux fixés des indicateurs, le taux de prise à F0,1 est de 18 500 tm; un niveau prudent du quart de cette valeur correspondrait à 4 625 tm.

Compte tenu du faible niveau de la biomasse et du très faible niveau de recrutement, la fermeture devrait être maintenue.

5.4 Morue de 3Pn4RS

Principaux indicateurs :

1. Aucune biomasse calculée pour 1994, 1995.

- La biomasse minimale calculée d'après les relevés de recherche est à son niveau le plus faible depuis 1978; quelques

Tableau 3: Morue de 3Pn4RS

Indicateur		Moyenne à long terme (1979-1993)	État à la fermeture (1993)	État actuel (1995)	Rétablissement médian		État approximatif du stock
					Biomasse	Prises à $F_{0,1}$	
Indices calculés (ADAPT)	Biomasse totale (tm)	300 000	220 000	Non disponible	260 000	–	Pas calculés après 1993
	Biomasse de reproducteurs (tm) (âge 7+)	95 000	16 000	Non disponible	56 000	9 200	
	Biomasse du recrutement (tm) (âge 3)	42 000		Non disponible	–	–	
Données des relevés scientifiques (nombres moyens/trait)	Indice d'abondance âge 7+ (1000 ind.)	4 542 (1990-1992)	552	2 202	Pas calculée	–	La baisse d'abondance semble interrompue
	Indice d'abondance âge 3 (1000 ind.)	11 196 (1990-1992)	1 349	1 046	Pas calculée	–	Faible
	Répartition géographique	Léger rétablissement depuis 1993. Cependant le poisson est principalement localisé dans les secteurs 3Pn et 4R (côte de Terre-Neuve; aucun rétablissement dans 4S).					Amélioration mais quelques difficultés
	Niveau de recrutement	D'après le relevé de recherche, les classes d'âge de 1990 et 1991 s'emblent supérieures à la moyenne, celle de 1992, bein inférieures.					Signes positifs
	Pêches Sentinelles	En 1995, les prises du relevé aux engins mobiles étaient supérieures à celles du relevé scientifique d'été comme le démontrent la répartition géographique et le recrutement. Taux de prises aux engins fixes généralement faibles. Le poisson est généralement concentré dans la partie sud de 4R et dan 3Pn.					

améliorations locales ont été révélées par la pêche sentinelle. Dans l'ensemble : signes négatifs.

2. Recrutement : deux nouvelles classes d'âge modérées (1990-1991), diminution par la suite.
3. Structure par âge : classes d'âge généralement faibles.

Indicateurs additionnels :

4. Répartition géographique : s'améliore, toutefois le poisson est maintenant concentré sur la côte ouest de Terre-Neuve.
5. Coefficient de condition : bonne amélioration en 1995, après quatre mauvaises années.

Analyse :

Aux niveaux fixés des indicateurs, le taux de prises à F0,1 est de 9 200 tm; un niveau prudent du quart de cette valeur correspondrait à 2 300 tm.

Compte tenu du faible niveau de la biomasse et du très faible niveau de recrutement, la fermeture devrait être maintenue.

6.APRÈS LA RÉOUVERTURE

Une fois la pêche rouverte, commence la gestion durable. Il faut maintenir une surveillance constante des indicateurs de l'état des stocks considérés comme les plus importants. La même approche prudente qui a guidé la décision de réouverture doit s'appliquer à son exploitation durable. La décision de réouverture s'accompagnera donc d'un programme de surveillance et d'évaluation continues visant à s'assurer que les décisions sont remises en question, de façon à maintenir l'état et le rétablissement continu du stock. L'incertitude au sujet des indicateurs de l'état des stocks peut avoir un effet important sur les niveaux de prises.

Un niveau d'incertitude élevé exige une plus grande prudence lors de l'établissement des niveaux de prises. Pêcher par excès de prudence signifie que lorqu'il y a incertitude, il vaut mieux se montrer prudent. La fig. 12 donne un exemple hypothétique de situation basée sur la même évaluation de l'état d'un stock, mais à des degrés d'incertitude différents. La courbe raide (pleine) représente la situation de plus grande certitude. Les pourcentages indiqués correspondent au dépassement du niveau de mortalité par pêche choisi (F). Supposons que nous voulons être aussi prudent qu'auparavant et souhaitons limiter à 20 p. cent seulement les risques de dépasser l'objectif de mortalité par pêche. Pour y arriver, en présence d'une plus grande incertitude (courbe discontinue), les captures doivent demeurer inférieures à 700 tonnes; si l'incertitude est moins grande, les captures pourront s'élever à 900 tonnes environ. L'incertitude coûte cher!

Pour donner un exemple plus précis, des calculs ont été faits en tenant compte de l'incertitude des évaluations de la biomasse pour le stock de morue de 4TVn. La fig. 13 montre la probabilité que les évaluations de biomasse dépassent certaines limites, en fonction des niveaux de prises de 1996 (si la pêche était rouverte). Ce genre de diagramme illustre très clairement comment un certain niveau de prudence peut influencer les prises. Supposons que l'objectif est de maintenir le rétablissement afin que, même s'il y avait une pêche en 1996, la biomasse de 1997 puisse dépasser celle de 1995. Supposons également qu'on souhaite que la probabilité de réalisation de cette situation soit de 80 p. 100. À partir du niveau de 80 p. 100 dans l'axe vertical, on se déplacerait vers la droite jusqu'à la ligne noire identifiée B97>B95; le niveau de capture serait celui qui correspond à ce point dans l'axe horizontal. Si l'on pouvait se satisfaire d'une situation plus risquée, par exemple une probabilité de 60 p. 100, alors les captures seraient plus nombreuses.

Le CCRH envisage de demander aux scientifiques de Pêches et Océans de

préparer des évaluations de probabilités de cette nature afin de guider son approche prudente pour la prise de décisions. Plutôt que de fixer simplement un niveau d'exploitation prudent (un quart de F0,1, par exemple), on choisirait la probabilité de ne pas dépasser un certain niveau de mortalité par pêche ou de descendre sous un certain niveau de biomasse. Cette méthode tient compte directement de l'incertitude des indicateurs de l'état du stock et, une fois encore, montre les avantages de disposer de données fiables.

7. CONCLUSION

Qu'est-ce qu'une pêche viable? La viabilité ne signifie pas absence de changement ou maintien de niveaux d'exploitation non économiques. Elle suppose tout simplement une approche qui donne priorité à la conservation, qui préserve les ressources de façon à ce qu'elles se renouvellent continuellement, tout en fournissant des avantages économiques et sociaux à long terme.

Bien que tout cela semble simple en théorie, l'application pose des difficultés considérables. Il n'y a pas de consensus quant à la façon d'arriver à la viabilité et, tandis que les discussions s'éternisent, les ressources peuvent être perdues. De plus, les variations naturelles considérables des populations de poisson sont encore mal comprises et hors de la portée des gestionnaires. La viabilité est donc vulnérable face aux menaces et aux accidents environnementaux aussi bien que socio-économiques.

Le défi de la réouverture des pêches fermées consiste, de toute évidence, à éviter de répéter les erreurs du passé. Nous devons «pécher par excès de prudence» lorsque nous cherchons à déterminer quand rouvrir la pêche, et nous assurer que l'exploitation par la suite sera véritablement durable. Le Conseil est prêt à accueillir favorablement tout commentaire sur la meilleure façon de relever ce défi, aussi bien que sur les approches proposées dans le présent document.

FIGURES

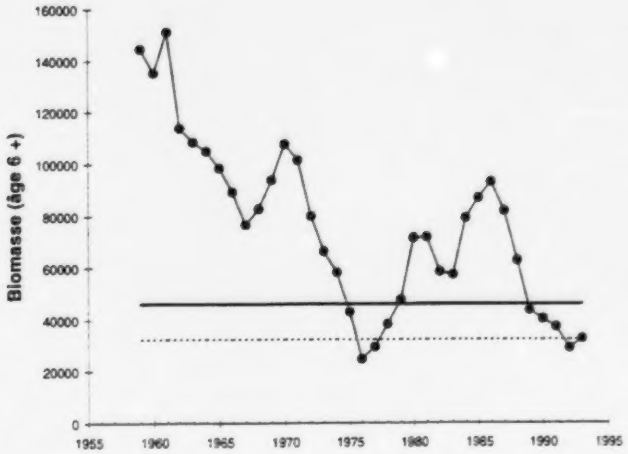
FIGURE 1:

Évolution de l'abondance des géniteurs (âge 6+) et des recrues (âge 3) du stock de morue de 3Ps, calculée à partir des données sur les prises au moyen de la méthode ADAPT. Les niveaux indiqués par la ligne discontinue ont été calculés lorsque la pêche était fermée (tel qu'indiqué à droite); la ligne pleine représente un niveau de référence qui se situe à mi-chemin entre la moyenne de 1979-1993 et le niveau à la fermeture. Basé sur des analyses préliminaires présentées à titre indicatif seulement.

Valeur calculée au moyen d'ADAPT

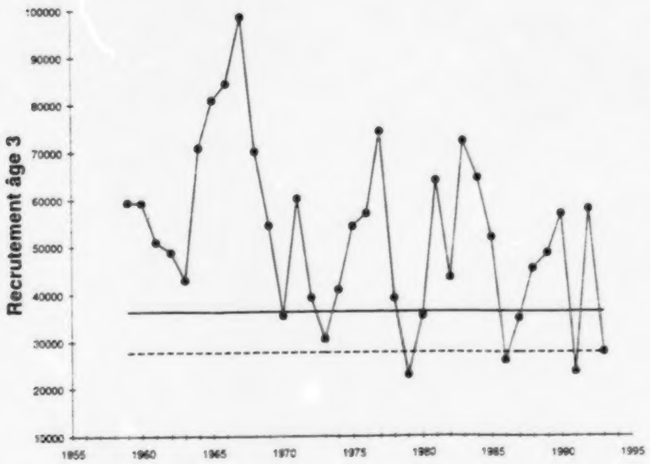
DE LA BIOMASSE TOTALE

1993	77,000 tm
Moyenne 1979-93	131,000 tm
Niveau médian	104,000 tm



DU STOCK DE REPRODUCTEURS (6+)

1993	33,000 tm
Moyenne 1979-93	60,000 tm
Niveau médian	46,000 tm

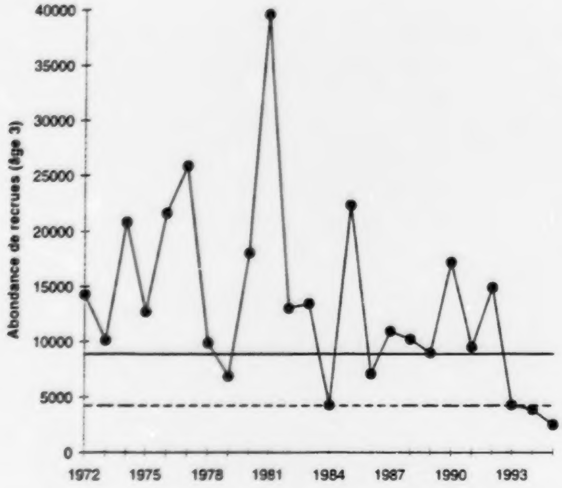


RECRUTEMENT (AGE 3)

1993	8,000 tm
	28,000,000 poissons
Moyenne 1979-93	25,000 tm
	45,000,000 poissons
Niveau médian	15,000 tm
	36,000,000 poissons

FIGURE 2:

Évolution de l'abondance de la biomasse chalutable de géniteurs (âge 6+) et de recrues (âge 3) du stock de morue de 3Ps, à partir des relevés de recherche. La ligne discontinue indique le niveau approximatif au moment de la fermeture de la pêche; la ligne pleine est un niveau de référence situé à mi-chemin entre la moyenne de 1979-1993 et le niveau à la fermeture. À noter que l'augmentation très élevée d'abondance de la biomasse de reproducteurs en 1995 est une interprétation contestable, puisqu'elle est basée sur un seul trait de chalut dans une concentration de géniteurs. Ces données n'indiquent pas d'augmentation du recrutement depuis la fermeture de la pêche.



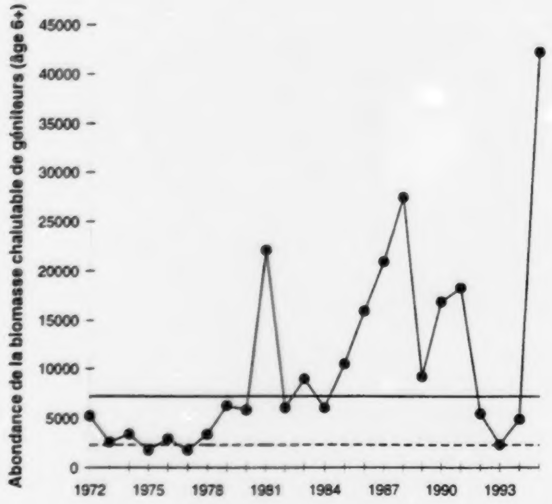
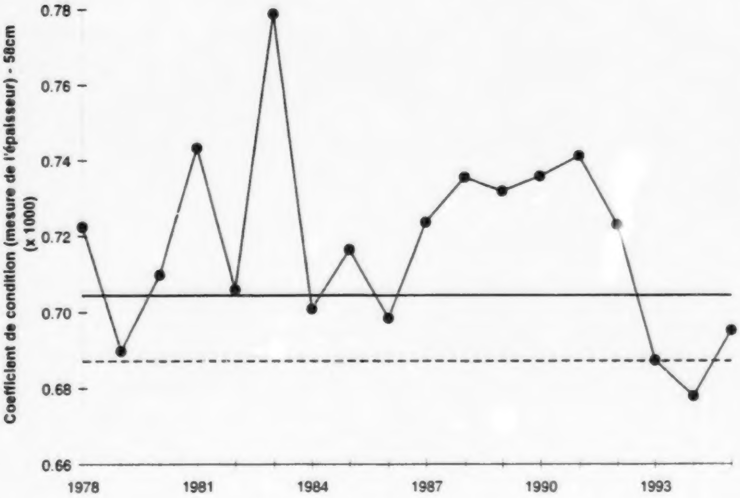


FIGURE 3:

Coefficient de condition de la morue du sud de Terre-Neuve au fil des ans. Le diagramme du haut montre la mesure de «l'épaisseur» du poisson éviscéré d'une longueur donnée (58 cm); le diagramme du bas montre le poids du foie. Les lignes discontinues et pleines ont la même signification que dans les diagrammes précédents. À la suite d'une baisse depuis 1991, le coefficient de condition s'est amélioré en 1995. Le poids du foie continue d'être faible.



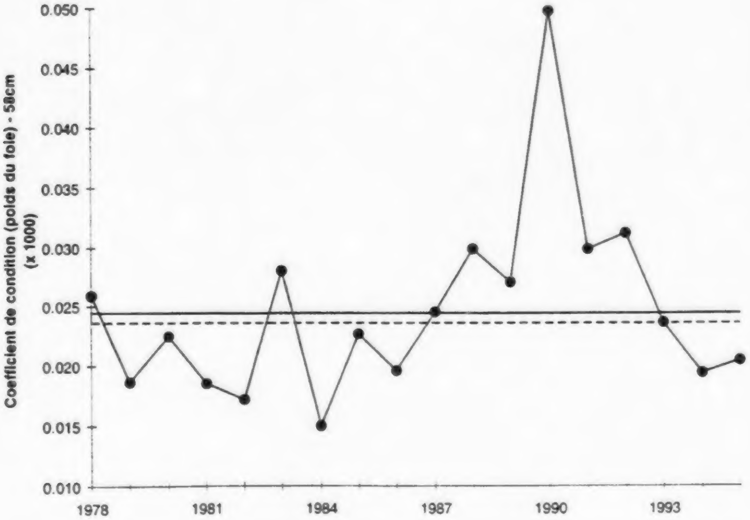
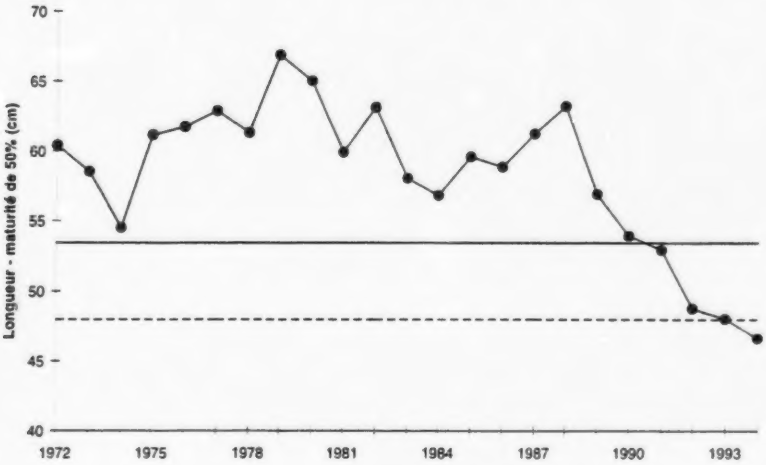


FIGURE 4:

Longueur moyenne (en haut) et âge (en bas) à la maturité de la morue de 3Ps. Comme dans les figures précédentes, la ligne discontinue correspond au niveau de 1993, la ligne pleine est le niveau qui se situe à mi-chemin entre la ligne discontinue et la moyenne à long terme. Le poisson arrive à maturité plus jeune et à plus petite taille. Cette tendance se maintient depuis 1988.



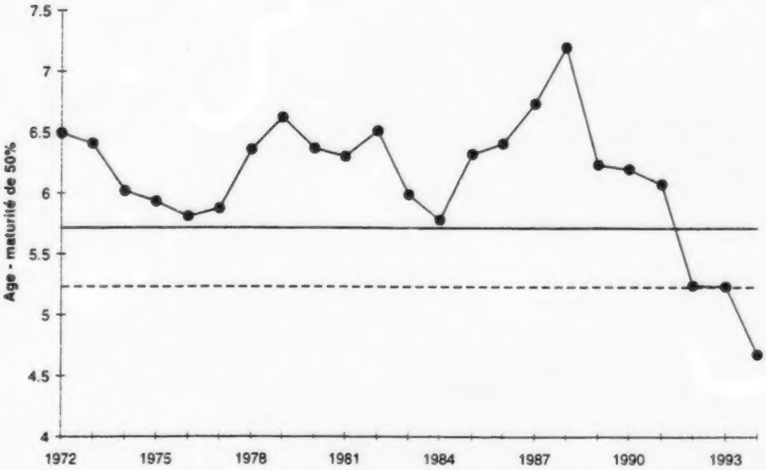


FIGURE 5:

Répartition des captures de morue (kg/trait de 30 minutes), selon l'échelle indiquée dans l'angle supérieur droit, pour 1985, 1993 et 1995. La ligne -..-..- correspond à l'isobathe de 100 m. À noter l'absence de morue dans les zones peu profondes depuis 1993.

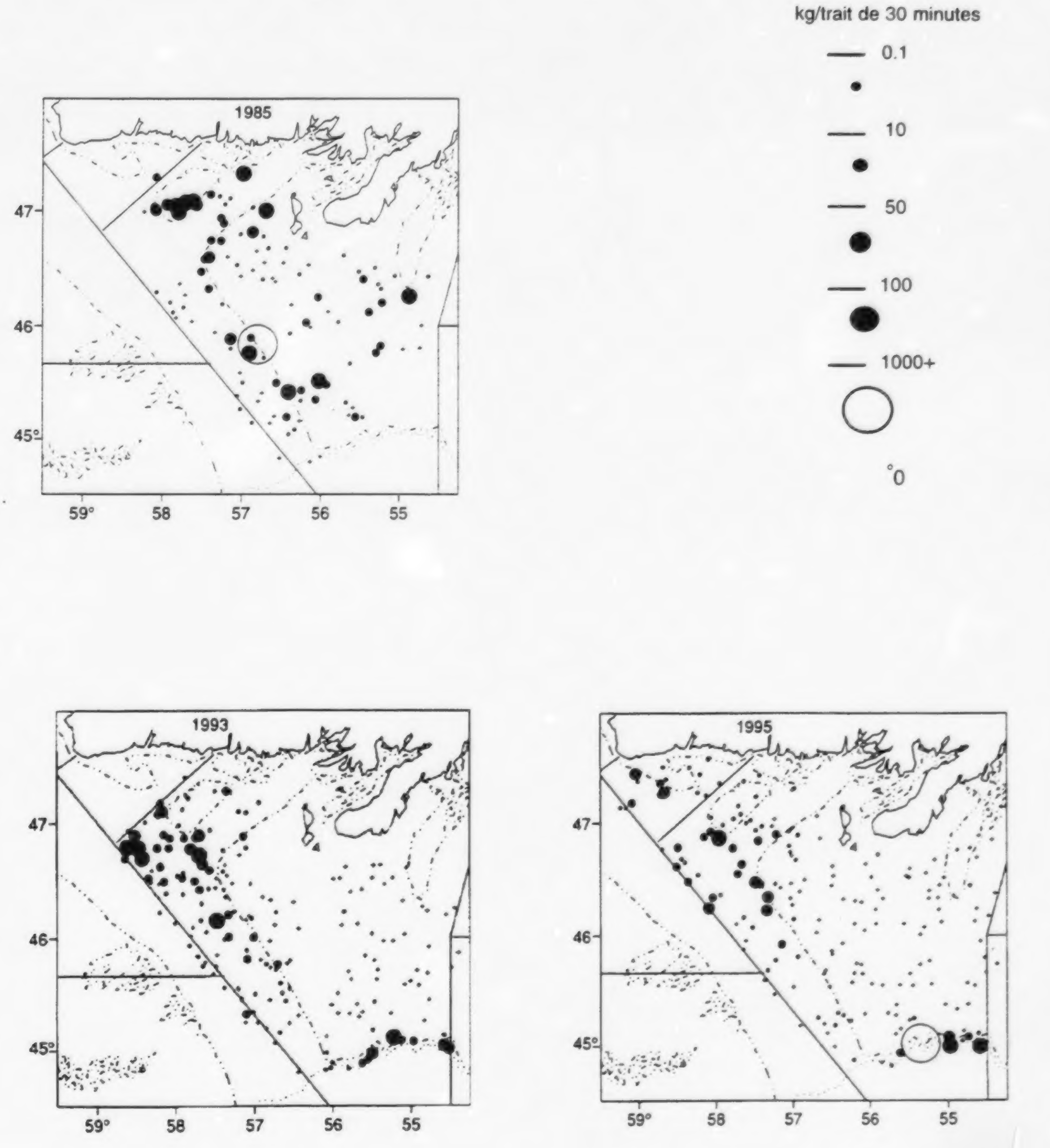


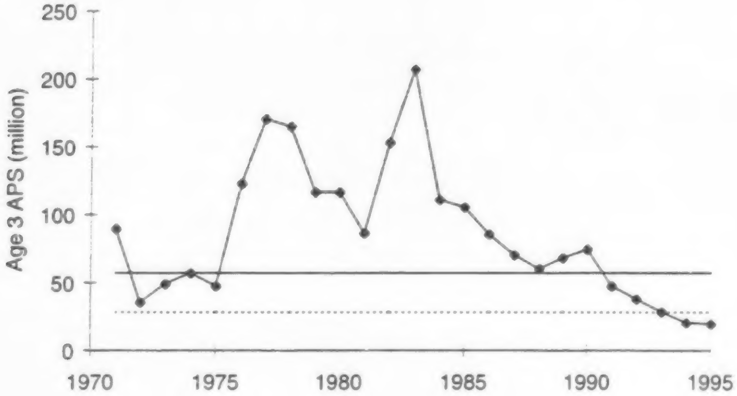
FIGURE 6:

Évolution dans le temps de l'abondance des géniteurs (diagramme des morues d'âge 5+) et des recrues (âge 3) du stock de morue de 4TVn, calculée au moyen d'un modèle qui inclut les prises commerciales jusqu'à l'année de fermeture de la pêche (septembre 1993). La ligne pointillée indique les niveaux calculés au moment de la fermeture; la ligne pleine est un niveau de référence situé à mi-chemin entre la moyenne de 1971-1993 et le niveau de 1993.

Valeur calculée (APS)

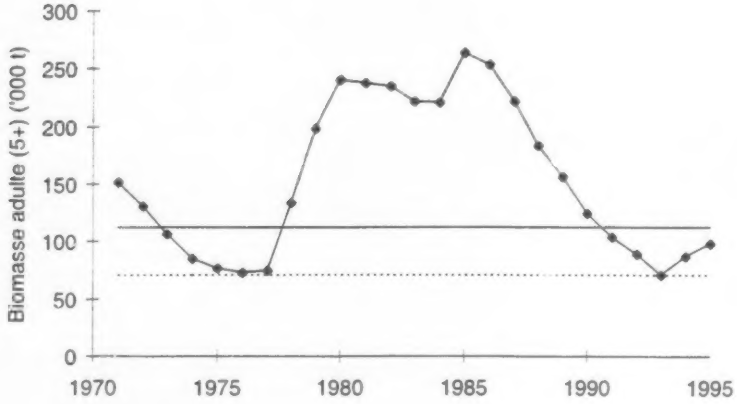
DE LA BIOMASSE TOTALE

1993	98,000 tm
1995	116,000 tm
Average 1971-95	242,000 tm
Half-way level	170,000 tm



RECRUTEMENT (AGE 3)

1993	13,000 tm
	29,000,000 poissons
1995	9,000 tm
	20,000,000 poissons
Moyenne 1971-93	41,000 tm
	92,000,000 poissons
Niveau médian	27,000 tm
	60,000,000 poissons



DU STOCK REPRODUCTEUR (5+)

1993	71,000 tm
1995	99,000 tm
Moyenne 1971-93	159,000 tm
Niveau médian	115,000 tm

FIGURE 7:

Évolution de l'abondance de la biomasse chalutable de géniteurs (âge 5+) et de recrues (âge 3) du stock de morue de 4TVn, évaluée à partir des relevés du bateau de recherche. La ligne pointillée indique les niveaux calculés au moment de la fermeture; la ligne pleine est un niveau de référence, à mi-chemin entre la moyenne de 1971-1993 et le niveau de 1993.

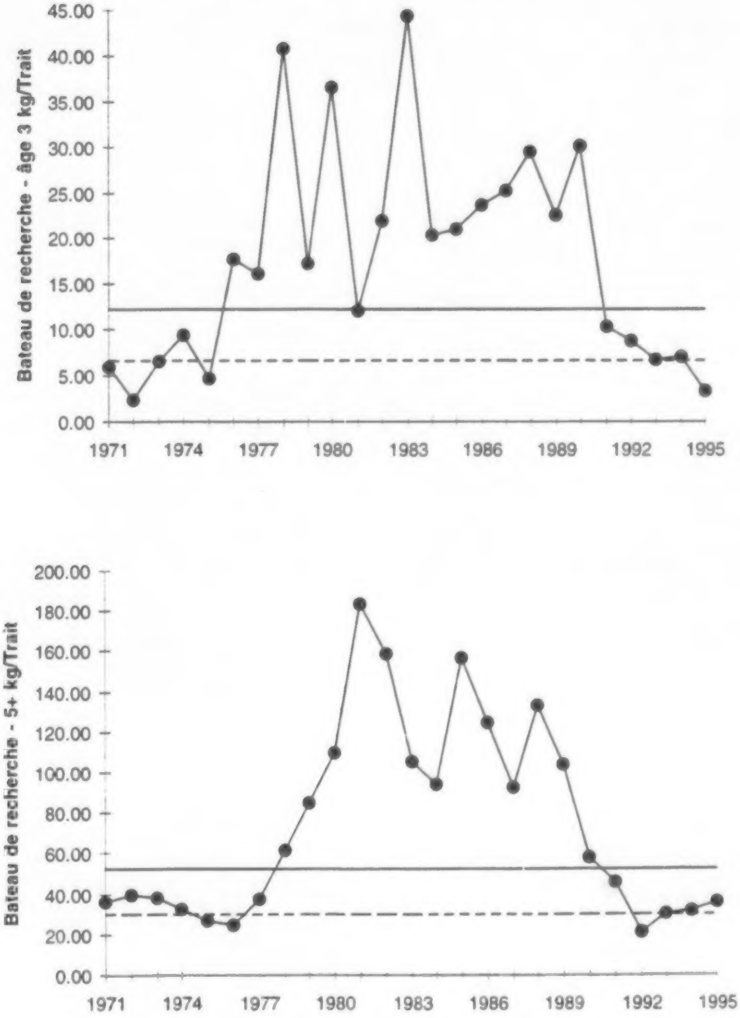


FIGURE 8a:

Captures de morue (en kg) dans la sous-division 4TVn, au cours du relevé du poisson de fond de septembre en 1990 et en 1994.

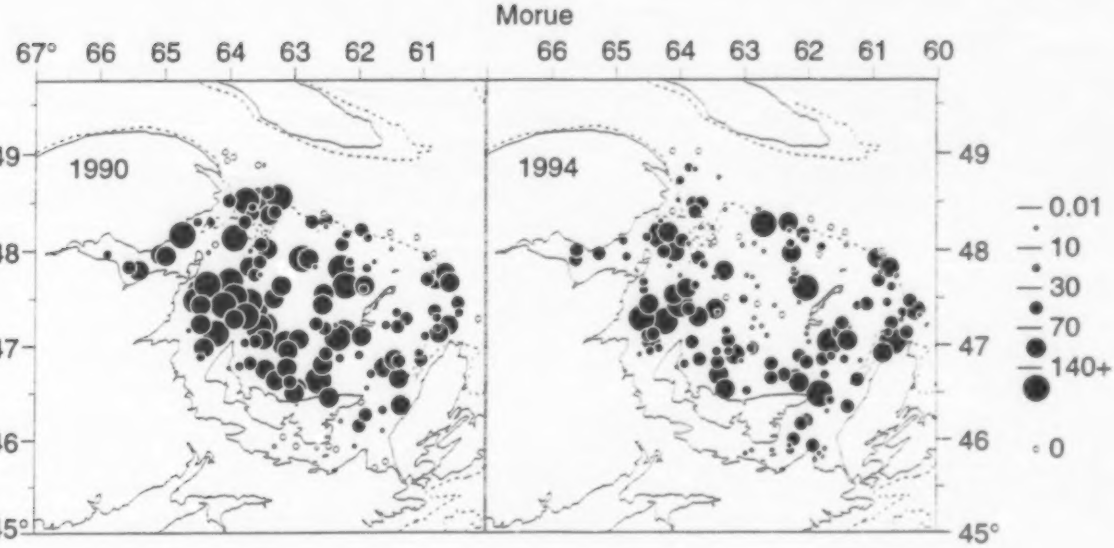


FIGURE 8b:

Captures de morue (en kg) dans la sous-division 4TVn, au cours du relevé du poisson de fond de septembre 1995.

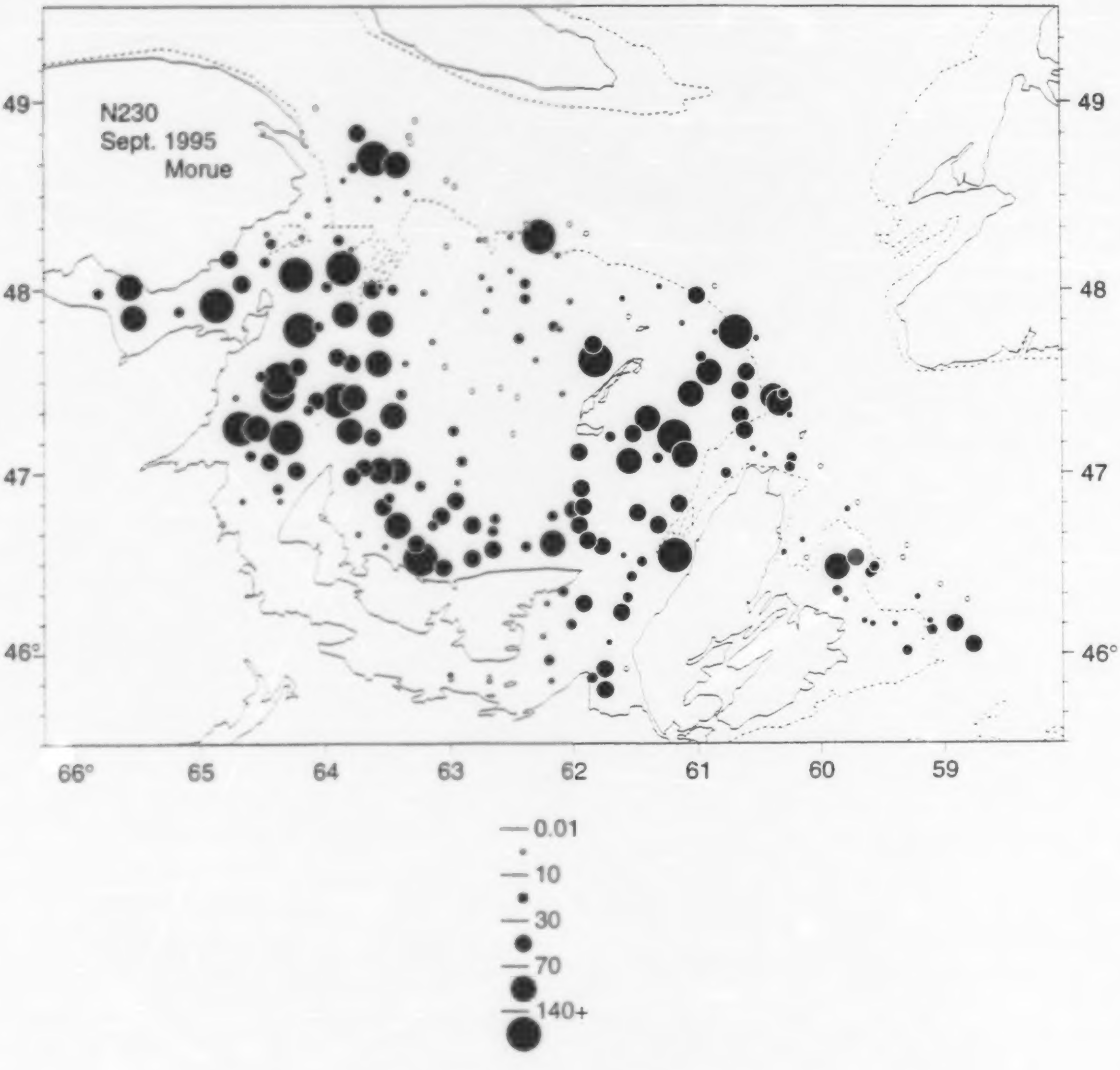


FIGURE 8c:

Captures de morue (en kg) au cours de la pêche sentinelle de septembre 1995.

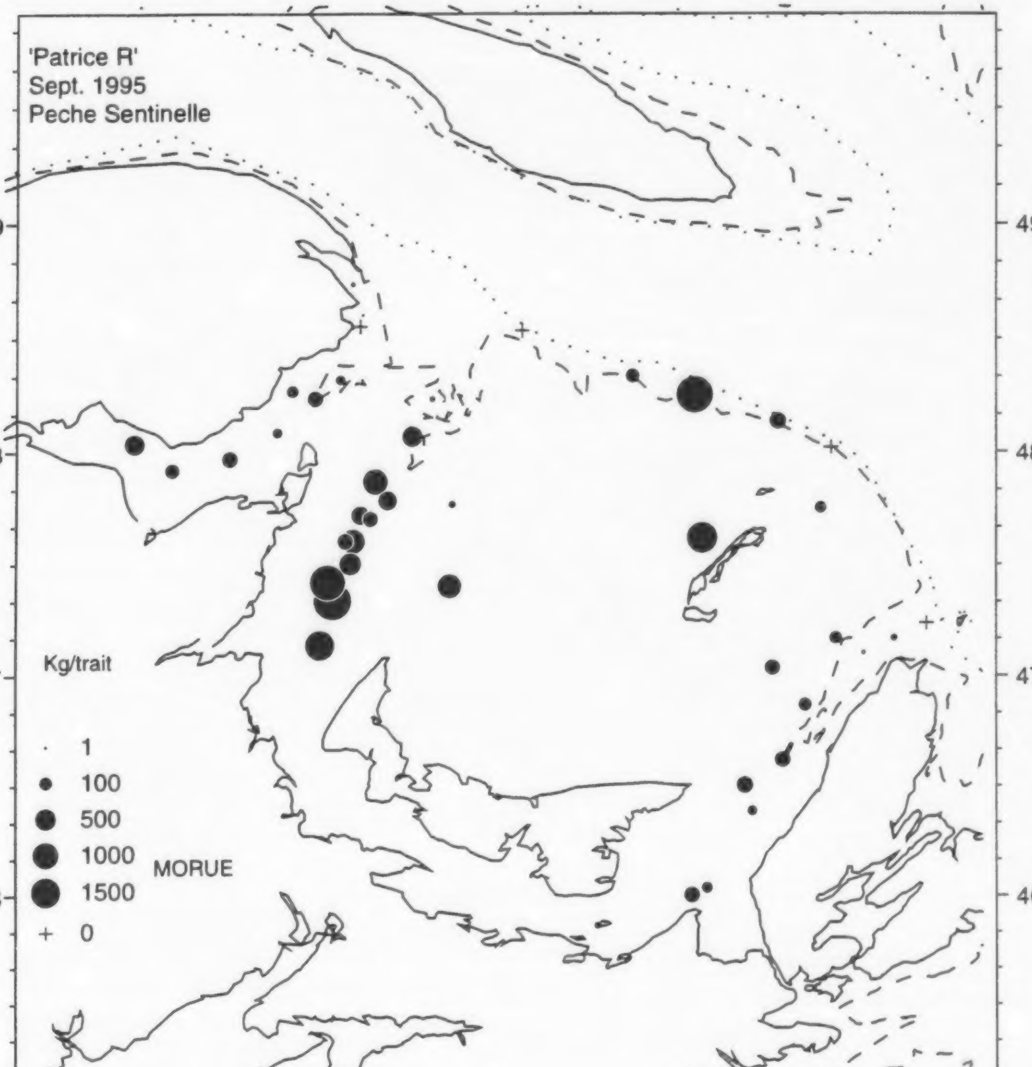
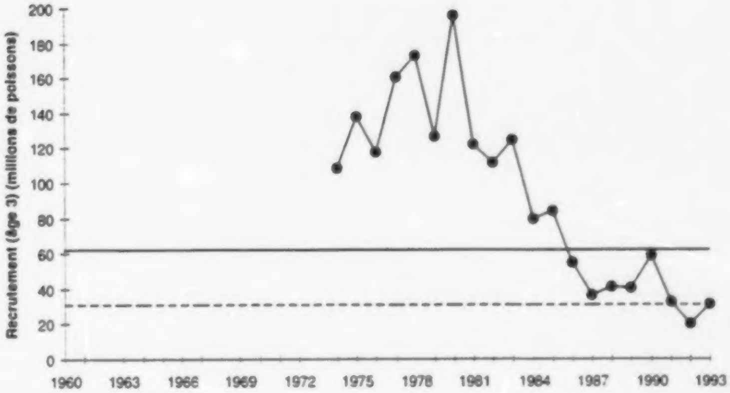


FIGURE 9:

Critères de réouverture - Morue du nord du golfe du Saint-Laurent.

RECRUTEMENT
(âge 3) (millions de poisson)

Moyenne du recrutement observé à l'âge 3. Deux à quatre ans avant l'année en cours, doit montrer une amélioration jusqu'à mi-chemin (ligne pleine) de la moyenne.



BIOMASSE DE REPRODUCTEURS (BSR)
(poissons 7+) (milliers t)

Envisager la réouverture lorsque la biomasse du stock reproducteur est à mi-chemin (ligne pleine) de la moyenne. Une proportion de 20 % du potentiel moyen de reproduction correspond à 43.

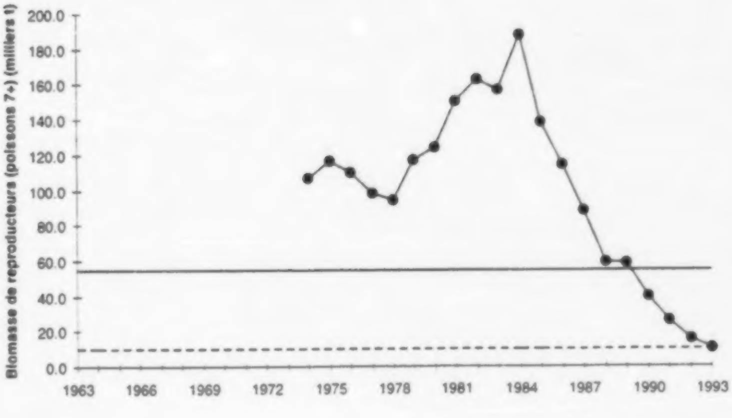


FIGURE 10:

Évaluations de la biomasse chalutable maximale faites à partir du relevé du bateau de recherche, dans les sous-divisions 3Pn (a), 4R (b), 4S (c) et dans les trois ensemble (d).

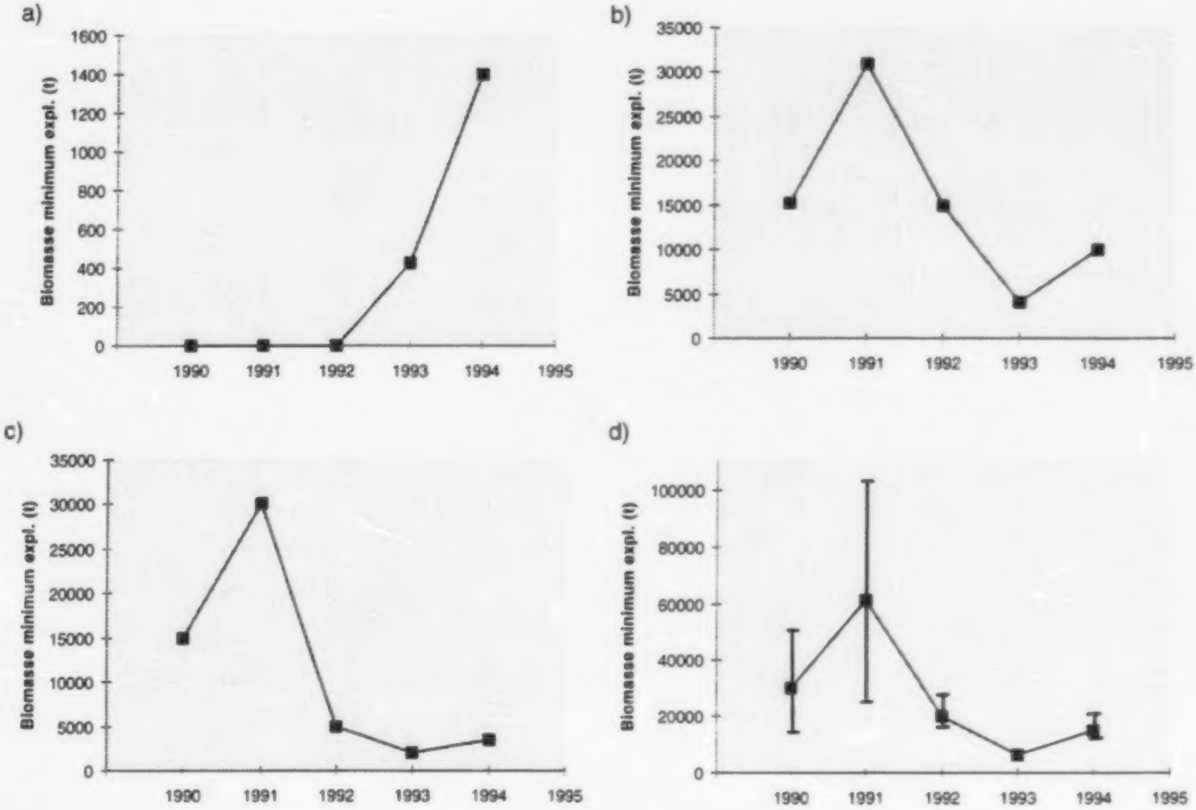


FIGURE 11a:

Morue de 3PN, 4RS. Répartition du taux de prises (nombre total d'un trait de 24 minutes) d'après les relevés de recherche d'août-septembre (bateau de recherche : *Alfred Needler*).

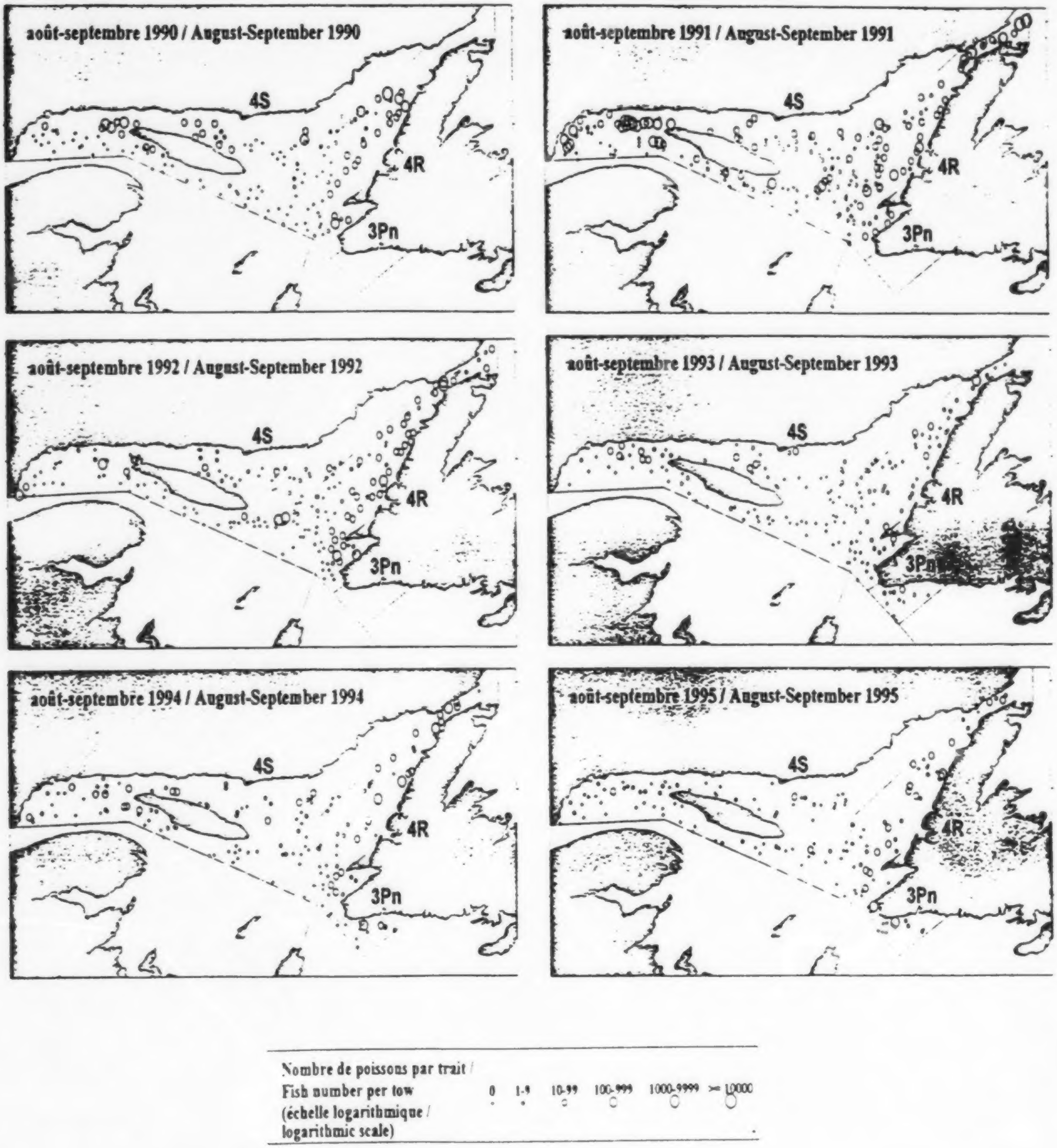


FIGURE 11b: Répartition des prises au cours des pêches sentinelles de 1995.

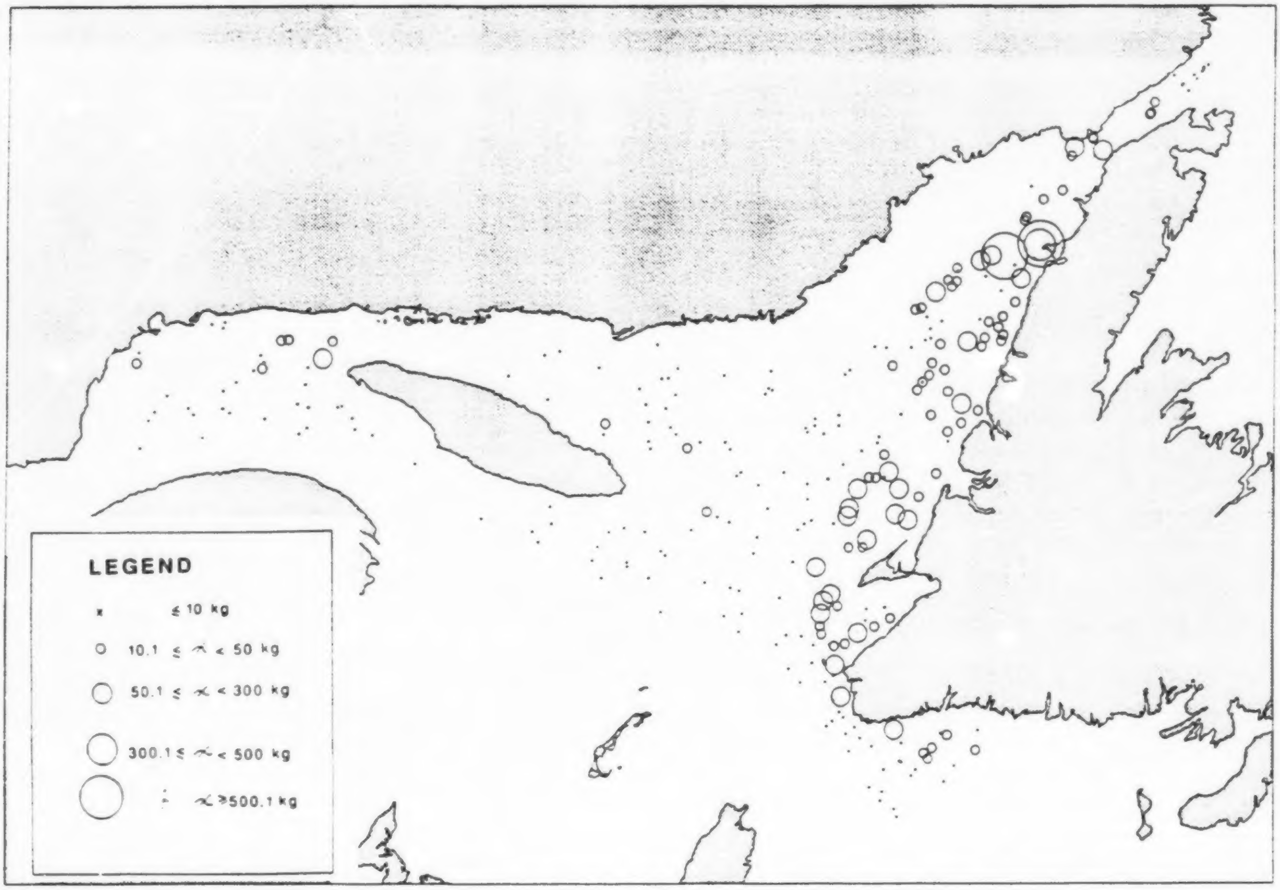


FIGURE 12:

Exemple hypothétique montrant les prises qui pourraient être permises si nous sommes prêts à accepter la probabilité (risque) de dépasser le niveau cible de mortalité par pêche. La ligne pleine indique une situation où l'incertitude est moindre en ce qui concerne l'évaluation de la mortalité par pêche que celle de la ligne discontinue. Par exemple, si nous sommes prêts à accepter le risque de dépasser notre objectif de 20 % (voir 20 % dans l'axe vertical), et si les évaluations sont très incertaines (ligne discontinue), on pourra permettre des captures de 650 tonnes, tandis que si les évaluations sont plus sûres (ligne pleine) les captures pourront s'élever à 825 tonnes.

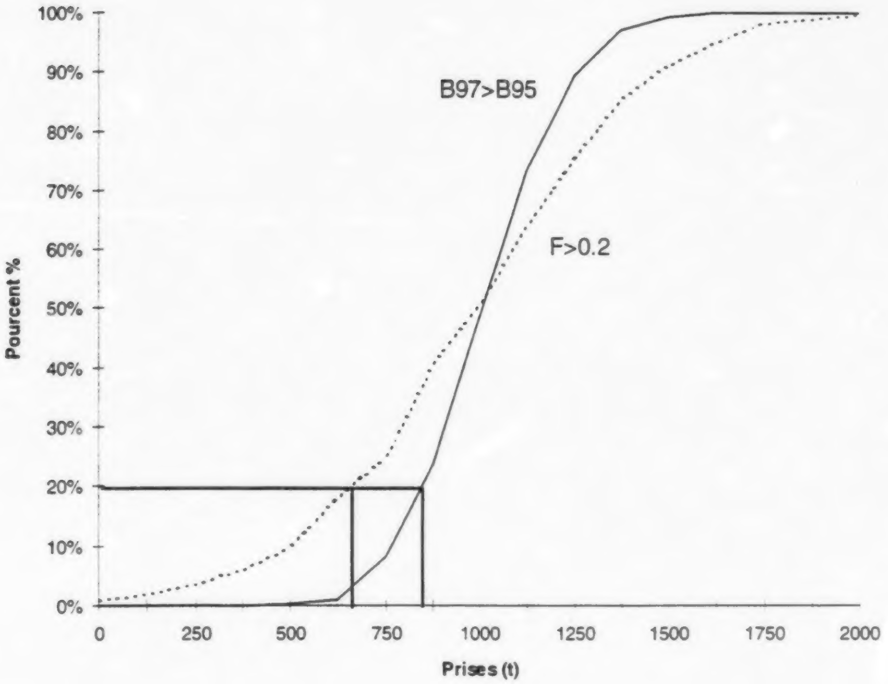
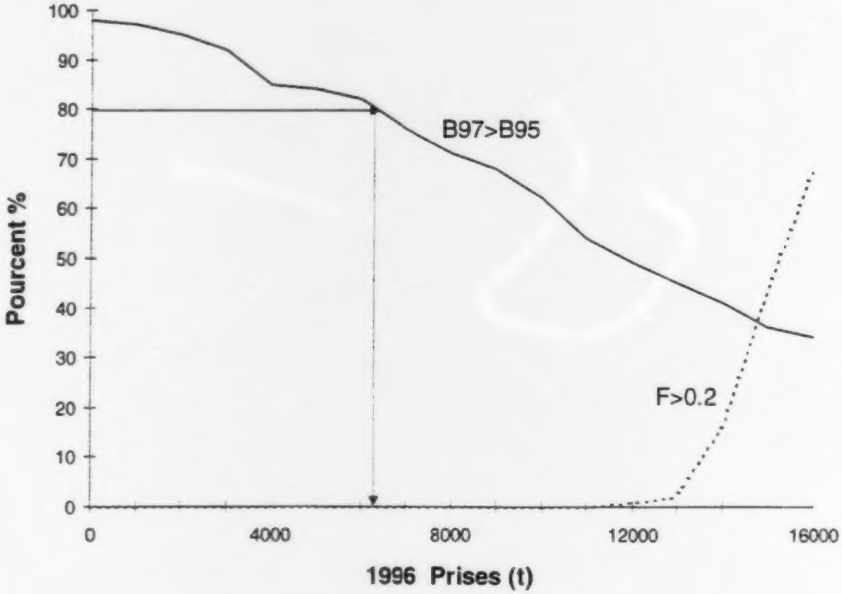


FIGURE 13:

Répartition des probabilités pour trois prévisions de captures de morue de 4TVn. La probabilité illustrée en pourcentage dans l'axe vertical est la suivante : 1- la biomasse de 1997 dépasse la biomasse de 1995 (courbe B97>B95); 2- la biomasse de 1997 dépasse 115 000 tm (B97>115 kt); et 3- la probabilité que la mortalité par pêche (F) dépasse 0,2 (calculs de S. Gavaris et A. Sinclair).